



**МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ**
ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬ



№38, 2023

ГЕОЛОГИ



Улаанбаатар хот
2023 он



**ХӨДӨЛМӨРИЙН ГАВЬЯАНЫ УЛААН ТУГИЙН ОДОНТ
МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ**



ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬ

ГЕОЛОГИ

Геологийн Эрдэм шинжилгээ, сургалт арга зүйн сэтгүүл

№38, 2023

**МОНГОЛ ОРНЫ ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР
ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН АСУУДЛУУД**

ДУГААР 31

Улаанбаатар хот

2023 он

**ХӨДӨЛМӨРИЙН ГАВЬЯАНЫ УЛААН ТУГИЙН ОДОНТ
МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ**

ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬ

*Монгол Улсад Гидрогеологи, Инженер геологи, Геоэкологи мэргэжлийн
үндэсний боловсон хүчин бэлтгэж эхэлсний*

50 жилийн ойд зориулав.

Зохион байгуулагч:



**ГЕОЛОГИ, ГИДРОГЕОЛОГИЙН
САЛБАР**

Хамтран зохион байгуулагч:



**УУЛ УУРХАЙ,
ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН ЯАМ**



**ЗАСГИЙН ГАЗРЫН
ХЭРЭГЖҮҮЛЭГЧ АГЕНТЛАГ
УСНЫ ГАЗАР**



**ҮНДЭСНИЙ
ГЕОЛОГИЙН АЛБА**



**МОНГОЛЫН МЯНГАНЫ
СОРИЛТЫН САН**



**МОНГОЛЫН
ГИДРОГЕОЛОГИЧДЫН
ХОЛБОО**

ГЕОЛОГИ

Геологийн Эрдэм шинжилгээ, сургалт арга зүйн сэтгүүл

№38, 2023

**МОНГОЛ ОРНЫ ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН
АСУУДЛУУД**

ДУГААР 31

Улаанбаатар хот

2023 он

Mongolian University of Science and Technology, School of Geology and Mining Engineering, **GEOLOGY** 37, 2022, Ulaanbaatar, 11 November 2022. (Scientific and Educational Journal of Geology)

Editors: Professor D.Chuluun (consultant); Prof. B.Munkhtsengel (General editor); Associate professor G.Sersmaa; Associate professor B.Altanzul, Associate professor B.Narantsetseg; Doctor (PhD) D.Enkhbayar; Doctor (PhD) Kh.Tseedulam; Doctor (PhD) B.Undarmaa (secretary).

Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии, Горно-Геологический институт; **ГЕОЛОГИЯ** 37, 2022, Улан-Батор, 11 Ноября, 2022г. (Геологический научный и учебно-методический журнал)

Редакционная коллегия: Проф. Д. Чулуун (Консультант); проф Б.Мунхцэнгэл (Главный редактор); доцент Г.Сэрсмаа, доцент Б.Алтанзул, доцент Б.Наранцэцэг, кан. наук Д.Энхбаяр, кан. наук Х.Цээдулам, кан. наук Б.Ундармаа (ответственный секретарь).

Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Геологи, уул уурхайн сургууль, **ГЕОЛОГИ** 37, 2022 оны 11-р сарын 11. (Геологийн эрдэм шинжилгээ, сургалт, арга зүйн сэтгүүл)

Эрхлэх зөвлөл: Проф. Д. Чулуун (Зөвлөх); Проф. Б.Мөнхцэнгэл (ерөнхий эрхлэгч); дэд проф Г.Сэрсмаа; дэд проф. Б.Наранцэцэг, дэд проф. Б.Алтанзул, доктор Д.Энхбаяр, доктор Х.Цээдулам, доктор Б.Ундармаа (нарийн бичгийн дарга).

Сэтгүүлийн энэ дугаарыг хариуцаж гаргасан:

Дэд проф. Н.Буянхишиг, доктор (PhD) Б.Наранчимэг, доктор (PhD) Д.Энхбаяр

Сэтгүүлийн энэ дугаарыг хянан засварласан:

Профессор (ScD) Н.Батсүх, профессор М.Алей, дэд проф. Д.Оюун, дэд проф Н.Буянхишиг, (MSc) доктор (PhD) Д.Энхбаяр, доктор (PhD) Б.Наранчимэг, доктор (PhD) Б.Сийлэгмаа, доктор (PhD) Б.Батдэмбэрэл

Хэвлэлийн эхийг бэлтгэсэн:

Доктор (PhD) Б.Наранчимэг

Хавтасны зураг: *Толь булаг, Дорноговь аймаг, Мандах сум.*

ISBN 30225

ГАРЧИГ

ӨМНӨХ ҮГ

САЛБАРЫН УДИРДЛАГА, ЗОХИОН БАЙГУУЛАЛТ, ЭРХ ЗҮЙ

ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН ДЭЭД
БОЛОВСРОЛТОЙ МЭРГЭЖИЛТЭН БЭЛТГЭЖ ИРСЭН ХАГАС ЗУУН
ЖИЛИЙН ЗАМНАЛ БА ИРЭЭДҮЙ 1

*Д.Оюун, Н.Буянхишиг, Д.Энхбаяр, Б.Наранчимэг, Б.Сийлэгмаа,
Б.Батдэмбэрэл, А.Хандсүрэн*

МОНГОЛЫН ИНЖЕНЕРИЙН-ГЕОЛОГИЙН АЛБАНЫ ҮҮСЭЛ, ХӨГЖИЛ
ДЭВШИЛ БА МЭРГЭЖЛИЙН ХАНГАЛТ 22

О.Балдорж

ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН САЛБАРЫН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ,
ГЕОЭКОЛОГИЙН СУДАЛГАА, ХЭРЭГЦЭЭ 29

Х.Баярхангай, Д.Одонтуяа

ГЕОФИЗИКЧИЙН ТЕХНИКЧЭЭС ИХ СУРГУУЛИЙН БАГШ ХҮРСЭН
ЗАМНАЛ 39

О.Балдорж

ХӨДӨӨ АЖ АХУЙН УС ХАНГАМЖИЙН БОДЛОГО, ПРАКТИК ШИЙДЭЛ,
ҮР ДҮН 48

Д.Батмөнх, Д.Мөнхгэрэл

УСНЫ НӨӨЦИЙН МЕНЕЖМЕНТ

ШАРЫН ГОЛЫН САВ ГАЗРЫН ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ ТОЙМ НӨӨЦ 60

З.Бямбасүрэн, Б.Одсүрэн, С.Чинзориг

“ЗАГИЙН УСНЫ ХООЛОЙ” ГАЗАР ДООРХ УСНЫ ОРДЫН ГОРИМЫН
СУДАЛГАА 69

Д.Энхбаяр, Г.Батчимэг, Б.Наранчимэг, М.Алей

УНДНЫ УСНЫ ЭХ ҮҮСВЭРИЙН ЭРҮҮЛ АХУЙН ХАМГААЛАЛТЫН БҮСЭД
БАЙРЛАХ ОБЪЕКТЫГ ТООЛСОН СУДАЛГААНЫ ДҮН 73

Д.Номин

УЛААНБААТАР ХОТЫН ХОТ ТӨЛӨВЛӨЛТ, ҮЕР УСНЫ АЮУЛЫН
АСУУДАЛД 77

Г.Сарантуяа, П. Эрдэнэчимэг, О. Хосбаяр

РАШААН, ТЕРМАЛЬ УСНЫ СУДАЛГАА

ШАРГАЛЖУУТ РАШААНЫ ГЕОТЕРМАЛЬ СИСТЕМ 86

П.Хөхөө

ГАЗАР ДООРХ УСНЫ НАЙРЛАГА, ЧАНАР

ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ ЧАНАР, НАЙРЛАГА, УРАНЫ ЭРҮҮЛ МЭНДЭД
ҮЗҮҮЛЖ БОЛЗОШГУЙ ЭРСДЭЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ 99

*Ц.Эрдэнэцэцэг, Ж.Өнөрням, Б.Рэнчинбуд, Б.Саранчимэг, Э.Ган-Эрдэнэ,
С.Чинзориг*

ХЭРЛЭН ГОЛЫН САВ ГАЗРЫН УСНЫ ГИДРОХИМИЙН СУДАЛГАА 109

*Э.Учрал, Б.Одсүрэн, Т.Энхжаргал, Ц.Эрдэнэцэцэг, Л.Жамбажамц,
З.Бямбасүрэн*

ЭРДЭНЭТ ХОТ ОРЧМЫН БУЛГИЙН УСНЫ ЧАНАР (АР БОЛОН УРТ
БУЛГИЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР) 118

Т.Энхжаргал, Б.Саранчимэг, Б.Мөнхтөр, С.Эрдэнэчимэг

ТӨВ СУУРИН ГАЗРЫН УНДНЫ УСНЫ ЧАНАР, ФТОРЫН ХҮНИЙ ЭРҮҮЛ
МЭНДЭД ҮЗҮҮЛЭХ ЭРСДЭЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ 131

*Ц.Эрдэнэцэцэг, З.Бямбасүрэн, Ж.Өнөрням, Б.Саранчимэг, Э.Ган-Эрдэнэ,
С.Чинзориг, Д.Гэрэлт-Од, Т.Энхжаргал, Ч.Жавзан*

ТУХАЙЛСАН ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОТЕХНИК

БОГДХАН ТӨМӨР ЗАМЫН ТРАССЫН ДАГУУХ ЦЭВДГИЙН
СУДАЛГААНЫ ЗАРИМ ҮР ДҮН 140

Г.Цогт-Эрдэнэ, Г.Уламбаяр, А.Саруулзаяа, Б.Батзориг, Н.Нандинцэцэг

ОЮУ ТОЛГОЙ УУРХАЙН ХҮДРИЙН ХАЯГДАЛ ХАДГАЛАХ
БАЙГУУЛАМЖ2-ЫН СУУРИЙН СУДАЛГАА 151

А.Эрдэнэцэцэг, Ш. Энхманлай, Б.Эрдэмцацралт, О.Нарангэрэл

ГРУНТ СУДЛАЛ

ЦЕМЕНТИЙН ҮЙЛДВЭРИЙН БАРИЛГЫН ТАЛБАЙД ТАРХСАН ХӨӨЛТТЭЙ
УЛ ХӨРСНИЙ ФИЗИК, МЕХАНИК ШИНЖ ЧАНАРЫН СУДАЛГАА 162

Б.Сэлэнгэ, Б.Сийлэгмаа

ГЕОЭКОЛОГИ

ОЮУНЛАГ МАНДАЛЫН ГЕОЛОГИ 169

Н.Батсүх, М.Энхмандах, Б.Сийлэгмаа

ХЭРЛЭН ГОЛЫН ТАТМЫН ХӨРСНИЙ ОРГАНИК БОЛОН ОРГАНИК БУС
БОХИРДЛЫН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮДИЙН БАГАНАН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮНГЭЭС 180

Г.Үүрийнтуяа, Э. Пүрэв-Эрдэнэ, М.Энхтуяа

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ, ОНОВЧЛОЛ

СУДАЛГААГҮЙ ГОЛ ГОРХИ, САЙРЫН ҮЕРИЙН УСЫГ ТООЦОХ
АСУУДАЛ 190

З.Мөнхцэцэг, Т.Ган-Эрдэнэ, Б.Мягмарсүрэн

ӨГИЙ НУУРЫН САВ ГАЗРЫН ХӨРСӨН БҮРХЭВЧИЙН УРТ ХУГАЦААНЫ 198
ӨӨРЧЛӨЛТИЙГ ХИЙМЭЛ ДАГУУЛЫН МЭДЭЭ АШИГЛАН
ТОДОРХОЙЛОХ БОЛОМЖ

Д.Номиндарь, Э.Пүрэв-Эрдэнэ, Т.Баяртөгс

ГАЗРЫН ДООРХ УСЫГ ГАР АРГААР ТАНДАН СУДАЛСААР БАЙНА 206

Д.Шонхор

СЭЛБЭ ГОЛЫН МОРФОЛОГИ, ХАГШААС ЗӨӨГДӨЛ 211

Э.Ган-Эрдэнэ, М.Далайцэрэн, С.Чинзориг

ЛОГИК РЕГРЕССЫН АРГА БОЛОН ОРОНЗАЙН ОЛОН ШАЛГУУР 221
АНАЛИЗЫН АРГЫГ ХОСЛУУЛАН УСАН ГАДАРГЫГ ТОДОРХОЙЛОХ НЬ

Б.Даваажаргал, О.Алтансүх, П.Эрдэнэбат

ГОВЬ-АЛТАЙ АЙМГИЙН ХӨХМОРЬТ СУМЫН ХӨЛИЙН УСНЫ ЗАДГАЙ 232
БУЛГИЙГ АШИГЛАН ХӨВ, ЦӨӨРӨМ БАЙГУУЛАХ БОЛОМЖИЙН
СУДАЛГАА

Э.Пүрэв-Эрдэнэ, Б.Мөнхтөр, Х.Бадарч

ТЭМДЭГЛЭЛ

БНХАУ-ЫН ЧЭНДУ ХОТОД ЗОХИОГДСОН “ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ БА 240
АЮУЛГҮЙ ДЭЛХИЙ” СЭДЭВТ ОЛОН УЛСЫН 14-Р УУЛЗАЛТ, СЕМИНАРТ
ОРОЛЦСОН ТУХАЙ ТЭМДЭГЛЭЛ

А.Эрдэнэцэцэг

УСЖУУЛАГЧ ТӨГӨЛИЙН ФОТО СУРВАЛЖИЛГА 242

Ш.Мягмар, Б.Чимэдцэеэ, А.Хандсүрэн

ШҮҮМЖ, “ГИДРОГЕОЛОГИЙН ТЭМДЭГЛЭЛ” НОМЫН ТУХАЙ 247

Н.Батсүх

РЕГИОНАЛЬ СУДАЛГАА

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВОДЫ МОНГОЛИИ: ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАГЕНИЯ 250
ЛИТИЯ, ВОЗМОЖНОСТИ ДОБЫЧИ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СОЛЕННЫХ
ОЗЕР

Д.Сурмаажав, А.Г. Вахромеев, И.В. Литвинова

ӨМНӨХ ҮГ

Газрын хэвлийн усыг судалдаг гидрогеологи, барилга байгууламжийн геологийн суурийг судалдаг инженер геологи, хүний үйл ажиллагаанаас геологи орчинд нөлөөлөх нөлөөллийг судалдаг геоэкологи мэргэжлийн үндэсний боловсон хүчин бэлтгэж эхэлсний 50 жилийн ойд зориулсан “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” сэдэвт эрдэм шинжилгээний бүтээлийн XXXI дугаарын шингээсэн “Геологи” сэтгүүлийн ээлжит дугаар Таны гар дээр очиж байна.

1993 онд ТИС-ийн гидрогеологи, инженер геологийн салбарын төгсөгчдийн чуулга уулзалт болж багш, судлаач, инженер, оюутнууд эрдэм шинжилгээ, судалгааны үр дүнгээ эх хэл дээрээ туурвих, хэлэлцүүлэх, харилцан туршлагаа хуваалцах, санал бодлоо солилцох зорилгоор “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” сэдэвт эрдэм шинжилгээний бага хурал хийхээр шийдвэрлэж зохион байгуулсаар даруй 30 жилийг үдлээ.

Гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн судалгааны арга зүй, оновчлол, загварчлал, салбарын удирдлага, зохион байгуулалт, эрх зүй, региональ судалгаа, усны нөөцийн менежмент, ашигт малтмалын ордын гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологи, рашаан, термаль усны судалгаа чиглэлээр туурвисан бүтээлийг хэвлэж, хэлэлцүүлж иржээ. 30 жилийн хугацаанд давхардсан тоогоор 1459 судлаачийн 724 бүтээл, 107 дурсамж сэтгэгдэл, тэмдэглэл, мэдээлэл, орчуулгыг хэвлүүлж гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн мэргэжилтнүүдээр зогсохгүй бусад салбарын судлаачдын судалгааны үр дүнгээ хэлэлцүүлдэг хурал болон өргөжжээ.

50 жилийн ойд зориулсан “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” сэдэвт эрдэм шинжилгээний бүтээлийн XXXI дугаарт хэлэлцүүлэх илтгэлүүдэд гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн мэргэжилтнүүдийн нийгэм эдийн засгийн хөгжилд оруулсан хувь нэмэр, 50 жилийн сургалт, эрдэм шинжилгээ, үйлдвэрлэлийн ололт амжилт, алдаа оноо, цаашдын зорилтууд, газрын хэвлийн усны нөөц, чанарын асуудал, шугаман байгууламжийн инженер геологийн судалгаа, цэвдгийн судалгааны үр дүн багтаж байгаагаараа онцлог юм.

Гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн мэргэжил эзэмшсэн бүх төгсөгчид, хамтран ажилладаг эрдэмтэд, судлаачид, оюутан сурагчид Та бүхэнд Монгол оронд Гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн дээд мэргэжилтэн бэлтгэж эхэлсний 50 жилийн ойн баярын мэндчилгээг дэвшүүлэн эрүүл энх сайн сайхан, ажил амьдралд нь амжилт бүтээлийн дээдийг хүсэн ерөөе.

НОМЫН ЦАГААН БУЯН ДЭЛГЭРЭХ БОЛТУГАЙ

ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН ДЭЭД БОЛОВСРОЛТОЙ МЭРГЭЖИЛТЭН БЭЛТГЭЖ ИРСЭН ХАГАС ЗУУН ЖИЛИЙН ТҮҮХЭН ЗАМНАЛ

Д.Оюун, Н.Буянхишиг, Д.Энхбаяр, Б.Наранчимэг, Б.Сийлэгмаа, Б.Батдэмбэрэл,
А.Хандсүрэн

ШУТИС, Геологи, Уул Уурхайн Сургууль

ХУРААНГУЙ

Монгол улсад Гидрогеологи, Инженер геологи, Геоэкологийн шинжлэх ухааны салбараар дээд мэргэжилтэн бэлтгэж эхэлсний 50 жил ойг тохиолдуулан түүхэн хугацаанд салбар бүтэц, зохион байгуулалт, сургалт, судалгаа, багшлах болон болон материаллаг нөөцийн бэхжилт, хөгжлийн түүхэн замнал, ололт, амжилт бүтээлийг дүгнэж, цаашдын зорилтыг дэвшүүлэн энэхүү өгүүлэлд тусгав. Сүүлийн жилүүдэд гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн мэргэжлээр элсэгчдийн тоо буурч, зах зээлийн эрэлт, нийлүүлэлтийг хангаж чадахгүйд хүрсэнтэй холбоотой мэргэжлийн өндөр мэдлэг, ур чадвар, хандлагатай мэргэжилтэн бэлтгэх асуудал чухлаар тавигдаж байгааг хөндөж байна.

Түлхүүр үг: Багшлах нөөц, эрдэм шинжилгээ, суралцагчид, төгсөгчид, материаллаг бааз.

ОРШИЛ

Монгол улсын нийгэм, эдийн засгийн хөгжил, аж үйлдвэржилт, зах зээлийн хэрэгцээ шаардлага дээр үндэслэн томоохон хот, төв суурин газруудын усан хангамжийн эх үүсвэрийн нөөцийг олж илрүүлэх, нөөцийг тогтоох, уул уурхайн үйлдвэрлэл явагдах ашигт малтмалын ордуудын гидрогеологийн судалгааны ажлуудыг хийх үндэсний дээд мэргэжилтэй боловсон хүчин бэлтгэх шаардлага БНМАУ-ын Сайн нарын Зөвлөлийн 1973 оны 234 дугаар 1973-1974 оны хичээлийн жилээс Монгол Улсад дээд мэргэжилтэй гидрогеологи, инженер геологийн дээд мэргэжилтэй боловсон хүчнийг бэлтгэх анхны элсэлт авч эхэлснээс хойш эдүгээ 50 жил улиран өнгөрч манай улсад тус мэргэжлийн суралцагчид, төгсөгчид, профессор багш нар, мэргэжилтнүүд улс ардын аж ахуйн үйлдвэрлэл, шинжлэх ухааны улсын хөгжилд зохих байр сууриа эзэлж өргөжин тэлж иржээ. Эдүгээ гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн мэргэжлийн чиглэлээр 672 мэргэжилтнийг төгсгөж эх орныхоо бүтээн байгуулалтын талбарт бэлтгэж өгсөн бөгөөд бакалавр, магистр, докторын түвшний 126 оюутантай, 100 хувь эрдмийн цол, зэрэгтэй профессор багш нартай сургалт, эрдэм шинжилгээний томоохон төв болон хөгжсөн байна.

Монгол улсад Гидрогеологи, Инженер геологи, Геоэкологийн дээд боловсролтой мэргэжилтэн бэлтгэж эхэлсний 50 жилийн ойг тохиолдуулан төгссөн сургуулиараа овоглогдон ажиллаж, амьдарч байгаа нийт төгсөгчид, ахмад багш нар, суралцагчдадаа баярын мэндчилгээ дэвшүүлэхийн ялдамд 1973 оноос хойших 50 жилийн хугацааны сургалт, эрдэм шинжилгээний ажлын хөгжлийн түүхэн замнал, амжилт бүтээл, хөгжил, дэвшлийн талаар та бүхэндээ толилуулж байна.

ДЭЭД БОЛОВСРОЛТОЙ МЭРГЭЖИЛТНИЙГ БЭЛТГЭЖ ЭХЭЛСЭН НЬ

Монгол улсад аж үйлдвэрийн хөгжлийн шаардлагаар эрдэс баялгийн судалгаа, шинжилгээг үндэслэх, өргөтгөх, улмаар олборлох, ашиглах бодлого төр засгийн ээлжит

зорилт болон дэвшигдэж байсантай холбоотой БНМАУ-ын Сайд нарын Зөвлөлийн ба МАХН-ын Төв Хорооны 1960 оны 4 сарын 11-ний өдрийн 171/112-р тогтоол гарч, МУИС-ийн Байгалийн ухааны факультетэд геологийн мэргэжлийн ангийг шинээр нээж, элсэлт авч эхэлсэн ба 1961 онд геологийн тэнхим байгуулагджээ [1]. Тус тэнхим 1963 онд Минералогии-петрографийн болон геологийн тэнхим байгуулагдсан ба 1967 оноос гидрогеологи, инженер геологи мэргэжлийн анхны багшаар Н.Батсүхийг ажиллуулж эхэлжээ.

Монгол оронд газар доорх усны эрэл хайгуулын ажлыг 1935 оноос ЗХУ-ын (хуучин нэрээр) гидрогеологчид судалгаа хийж, 1960-аад оноос томоохон хот, төв суурин газруудын усан хангамжийн эх үүсвэрийн нөөцийг олж илрүүлэх, нөөцийг тогтоох, уул уурхайн үйлдвэрлэл явагдах ашигт малтмалын ордуудын гидрогеологийн судалгааны ажлуудыг гадаадад суралцаж төгссөн мэргэжилтнүүд хийж ирсэн бөгөөд Монгол Улсдаа үндэсний дээд мэргэжилтэй боловсон хүчин бэлтгэж мэргэжлийн байгууллагын хүний нөөцийг хангах шаардлага бий болсоноор БНМАУ-ын Сайд нарын Зөвлөлийн 1973 оны 6 сарын 28-ны өдрийн “Геологи-хайгуулын ажлын талаар авах зарим арга хэмжээний тухай” 234 дугаар тогтоол гарч “Улсын их сургуулийн Политехникийн институтын Уул уурхай - Геологийн факультетэд 1973-1974 оны хичээлийн жилээс эхлэн гидрогеологийн анги нээж хичээллүүлсүгэй” гэж Улсын төлөвлөгөөний комисс, Улсын дээд, тусгай мэргэжлийн дунд боловсролын улсын хороонд даалгасны дагуу тус оны хичээлийн жилээс Монгол Улсад дээд мэргэжилтэй гидрогеологи, инженер геологийн дээд мэргэжилтэй боловсон хүчнийг бэлтгэх анхны элсэлт авч эхэлсэн [2].

1960 онд БНМАУ-ын Сайд нарын Зөвлөлийн 146 дугаар тогтоолоор “Монгол орны нутаг дэвсгэрт баригдаж байгаа төрөл бүрийн барилга байгууламжийн зураг төслийг боловсруулахдаа заавал инженер-хайгуулын судалгааны үндсэн дээр боловсруулж байх” шийдвэр гаргасан ба мөн оны 4 сарын 11-ний өдрийн Сайд нарын зөвлөл ба МАХН-ын Төв Хорооны 171/112-р тогтоолоор улсын хэмжээгээр инженер геологийн судалгаа хийх ажлыг Геологи шинжилгээний газарт хариуцуулахаар тогтоосонтой холбогдон инженер геологийн дээд мэргэжилтэй боловсон хүчнийг гидрогеологитой хамтатгаж “Гидрогеологи, инженер геологи” мэргэжлээр бэлтгэн хэрэгжүүлж иржээ [3].

1991 онд Монгол Улсад Багануур дах Оросын цэргийн ангийн нутаг дэвсгэрт геозкологийн иж бүрэн үнэлгээ өгөх геозкологийн анхны судалгааг хийгдсэн бөгөөд 1992 онд ТИС-д шинээр байгуулагдсан Геозкологийн асуудал шийдвэрлэх лабораторийн багш, эрдэм шинжилгээний ажилтнууд оролцож ажилласан. Мөн 1992 онд Байгаль орчны хяналтын улсын хороо болон Барилгын инженерийн хайгуул, эрдэм шинжилгээний төвийн харьяа Геозкологийн эрдэм шинжилгээний хүрээлэн анх байгуулагдаж, “Улаанбаатар хотын үйлдвэрийн газруудын геозкологийн үнэлгээ, паспортжуулалт”, “Түгээмэл тархалттай ашигт малтмалын ордуудын геозкологийн үнэлгээ” зэрэг судалгааны ажлуудыг гүйцэтгэсэн. Ийнхүү геозкологийн судалгааны ажлын хүрээ тэлэхийн хамт үндэсний геозкологийн дээд мэргэжилтэй боловсон хүчин бэлтгэх шаардлага чухлаар тавигдаж 1994 оноос эхлэн геозкологи мэргэжлээр мэргэжилтэн шинээр бэлтгэж эхэлсэн ба 1998-1999 оны хичээлийн жилээс геозкологи мэргэжлээр тусгайлан оюутан элсүүлэн бэлтгэх болсон.

МЭРГЭЖЛИЙН ТЭНХИМ, САЛБАР БОЛЖ ӨРГӨЖИЖ БЭХЭЖСЭН НЬ

1975 оны намраас Гидрогеологийн тэнхим тусдаа байгуулагдан эрхлэгчээр нь дэд доктор Н.Батсүх ажиллаж байсан ба өнөөгийн Геологи, гидрогеологийн салбарын зохион байгуулалтад орох хүртэлх 50 жилийн хугацаанд Монгол улсын нийгмийн байгуулалт,

улс ардын аж ахуйн хэрэгцээ шаардлага, дээд боловсролын бодлоготой уялдан Гидрогеологи, инженер геологийн тэнхим, Геологи, минералогийн тэнхим, Нефтийн инженерийн тэнхим, Гидрогеологи, геоэкологийн профессорын баг зэрэг зохион байгуулалтын нэгжээр ажиллаж иржээ (Зураг 1).



Зураг 1. Гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн салбарын удирдлага, зохион байгуулалтын түүхэн замнал

Тэнхимийн эрхлэгчээр Н.Батсүх 1975-1982, 1987-1992, 1996-2000 онуудад, профессорын багийн ахлагчаар Н.Батсүх 2000-2005 онуудад, М.Алей 2006-2014 онуудад, Ж.Цэвээнжав 1992-1995 онуудад, салбарын эрхлэгчээр Б.Мөнхцэнгэл 2014-2018, С.Жаргалан 2018-2021 Д.Энхбаяр 2021 оноос одоог хүртэл ажиллаж иржээ.

1974 оноос хойших 20-иод жилийн хугацаанд Н.Батсүх, С.Пүрэвсүрэн, Ж.Баяраа, М.Алей, Л.В.Шонхорбаатар, Б.Лхагвасүрэн, Д.Сурмаажав нар багшаар, хичээлийн туслах ажилтнаар Л.Цэцэгмаа, М.Мягмаржав нар ажиллаж гидрогеологи, инженер геологийн мэргэжлийн сургалт, судалгааны ажлыг хийж иржээ (Зураг 2,3, 4).



Баруун талаас: Л.Цэцэгмаа, С.Пүрэвсүрэн, М.Алей, В.И.Кирасирова, Н.Батсүх, М.Мягмаржав нар

Зураг 2. Гидрогеологийн тэнхимийн хамт олон, 1976 он



Зураг 3. Гидрогеологийн тэнхимийн хамт олон, 1980 он

Арын эгнээнд зүүн гар талаас: Б.Лхагвасүрэн, Алтангэрэл, М.Алей, урд эгнээнд зүүн гар талаас: Ж.Баяраа, Н.Батсүх, С.Пүрэвсүрэн



Зураг 4. Гидрогеологи, геоэкологийн профессорын багийн багш нар, 2004 он

Арын эгнээнд зүүн гар талаас: Н.Буянхишиг, Д.Оюун, Р.Алтанчимэг, Я.Болормаа; урд эгнээнд зүүн гар талаас: Н.Батсүх, М.Алей, Ж.Батбаатар

БАГШЛАХ БОЛОВСОН ХҮЧНИЙ ХӨГЖИЛ, ЧАДАВХЖИЛТ

Мэргэжилтэн бэлтгэж эхэлснээс хойш салбарын багшлах боловсон хүчний бодлогыг тогтвортой барьж, тодорхой чиглэлээр мэргэшсэн багшаар хүрээгээ тэлэх, багшийг чадавхжуулах, гүнзгийрүүлэн мэргэшүүлэх, олон улсын болон гадаадын туршлага, шинжлэх ухааны ололт амжилтаас суралцах, судалгаа шинжилгээ хийх нөхцөлөөр хангах, дэмжлэг үзүүлэхэд тэнхимийн эрхлэгч, профессорын багийн ахлагчаар ажиллаж ирсэн профессор Н.Батсүх, М.Алей нар хүний нөөцийн чадварлаг багийг бүрдүүлжээ. Багшлах боловсон хүчнийг богино хугацаанд бэлтгэх зорилго тавьсны үндсэн дээр Н.Батсүх, С.Пүрэвсүрэн, Ж.Баяраа, Б.Лхагвасүрэн, Д.Сурмаажав, Д.Доржсүрэн, Я.Болормаа, Д.Оюун, Н.Буянхишиг нараас гадна сүүлийн 20 жилд Ж.Батбаатар, Д.Энхбаяр, Б.Сийлэгмаа, Б.Наранчимэг, Г.Сарантуяа, Б.Батдэмбэрэл нарын залуу багш нараар салбарын бүрэлдэхүүн өргөжиж өнөөгийн гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн өндөр мэргэжилтэй багшлах боловсон хүчнээр хангагдаж, одоог хүртэл мэргэжлийн боловсон хүчнийг бэлтгэж байна (Зураг 5).



Зураг 5. Геологи, гидрогеологийн салбарын Гидрогеологи, инженер геологи, геотехник, геоэкологийн мэргэжлийн багш нар, 2019 он

*Арын эгнээнд зүүн гар талаас: А.Эрдэнэцэцэг, Я.Болормаа, Б.Наранчимэг, Г.Сарантуяа, Д.Оюун, Б.Сийлэгмаа
Урд эгнээнд зүүн гар талаас: Д.Энхбаяр, М.Алей, Н.Буянхишиг, Н.Батсүх, Б.Батдэмбэрэл*

Салбарын багш нарын хамт олон Гидрогеологи, инженер геологи, геотехник, геоэкологи мэргэжилтэн бэлтгэх, салбарыг бэхжүүлэх, хөгжүүлэхэд өөрийн мэдлэг, чадвар, оюун ухааны дайчлан ажиллаж байна. Гидрогеологи, инженер геологи, геотехник, геоэкологийн боловсролын гол хөдөлгөгч хүч нь багш нар юм. Салбарын багшлах боловсон хүчнийг гадаадад бэлтгэгдсэн мэргэжилтэн, үйлдвэрлэлд ажиллаж дадлага, туршлагатай болсон мэргэжилтэн, гадаадын өндөр мэдлэг, туршлага, дадлагатай урилгын профессороос болон дотооддоо бэлтгэгдсэн төгсөгч нараасаа сонгон авах замаар бүрдүүлж ирсэн ба сүүлийн 10 гаруй жилд гадаадын өндөр хөгжилтэй орнуудын тэргүүлэх их сургуулиудад магистр, докторын зэрэг хамгаалсан залуу багш нараар багшлах бүрэлдэхүүнээ өргөжүүлж ирсэн (Хүснэгт 1) [4].

Хүснэгт 1. Салбар, тэнхимийн багш нарын ажилласан хугацаа, заадаг хичээлүүд, (1973-2023 он)

Багш нарын нэрс	Ажилласан хугацаа	Ажилласан хугацаа, заадаг хичээлүүд
ШУ-ы доктор (Sc.D), профессор Н.Батсүх	1967-2022	Гидрогеологи, Гидрогеодинамик, Газар доорх усны нөөцийн үнэлгээ, Геоэкологи, Геоэкологийн судалгаа
С.Пүрэвсүрэн	1974-1991	Ерөнхий гидрогеологи, Рашаан судлал
Л.В.Шонхорбаатар	1975-1976	Инженерийн гидрогеологи, Гидрогеологи
Ж.Баяраа	1975-1981	Грунт судлал, Ордын гидрогеологи
В.И.Кирасирова	1978-1980	Региональ инженер геологи, Инженер геологийн судалгаа, Грунт судлал
доктор (Ph.D), профессор М.Алей	1978-2021	Инженер геологи, Инженер геологийн судалгаа, Структур гидрогеологи, Региональ гидрогеологи
Б.Лхагвасүрэн	1978-1988	Грунт судлал, Грунтын механик
доктор (Ph.D), Д.Сурмаажав	1982-1993	Гидрогеологийн судалгааны аргачлал, Газар доорх усны нөөцийн үнэлгээ
доктор (Ph.D) Д.Доржсүрэн	1991-1996	Мониторинг, Инженер геологийн мэдээлэл боловсруулалт, Геоэкологийн мэдээлэл боловсруулалт
Я.Болормаа	1992- 2022	Грунт судлал, Грунтын механик, Инженер геологи, Инженер геологийн мэдээлэл боловсруулалт
доктор (Ph.D), дэд профессор Д.Оюун	1993 - одоо	Гидрогеологи, АМО-ын гидрогеологи, Уурхайн гидрогеологи, ГДУсны мониторинг, Экологийн эрхзүй
доктор (Ph.D), дэд профессор Н.Буянхишиг	1996 - одоо	Инженерийн гидрогеологи, Гидрогеологийн судалгаа, Гидрогеологийн мэдээлэл боловсруулалт, ГДУ-ы загварчлал, Ай савын кадастр, менежмент
доктор (Ph.D) Ж.Батбаатар	2005 -2014	Хүрээлэгч орчны үндэс, Геоэкологи
доктор (Ph.D) Б.Наранчимэг	2007- одоо	Гидрогеохими, Экологийн гидрогеологи, Изотопийн гидрогеологи, Биогеохими
доктор (Ph.D) Д.Энхбаяр	2007- одоо	Газар доорх усны загварчлал, Гидрогеологийн судалгаа, Ус судлал, Палеогидрогеологи
доктор, дэд профессор Г.Сарантуяа	2009- 2023	Геоэкологи, Геоэкологийн судалгаа, Газарзүйн мэдээллийн систем, Хотын геоэкологи

доктор (Ph.D) Б.Сийлэгмаа	2011- одоо	Ус судлал, Хөрс судлал, Цэвдэг судлал, Уурхайн инженер геологи, Грунт судлал, Грунтын механик
доктор (Ph.D) Б.Батдэмбэрэл	2012 - одоо	Гидрогеологи, Гидрогеологи ба инженер геологи, Газар доорх усны гарал үүсэл, нас

Сургалтын ажил явуулахын зэрэгцээ багш бүр судалгааны ажлыг хийж, эрдэм шинжилгээний тодорхой чиглэлээр мэргэшсэн. Дэлхийн өндөр хөгжилтэй орны их сургуулиудад эрдмийн зэрэг хамгаалсан багш нарын тоо өсөж манай салбарт 100 хувь эрдмийн зэрэг, цолтой багш нар багшилж байна.

Салбарын эрхлэгч Д.Энхбаяр Испани Улсын Каталони Политехникийн Их Сургуульд “Эх газрын уур амьсгалтай бүс нутгийн усны нөөцийн үнэлгээ: Туул голын ай савын жишээн дээр” сэдвээр, ахлах багш Б.Наранчимэг БНСУ-ын Ёнсей их сургуульд “Улаанбаатар хотын усны нөөцийн тогтвортой байдал” сэдвээр доктор (Ph.D)-ын зэрэг, ахлах багш Б.Сийлэгмаа Тайланд улсын Азийн Технологийн институтэд ус хангамжийн чиглэлээр магистрын зэрэг, ХААИС-д “Хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний зарим физик, ус-физикийн шинж чанар” сэдвээр, дэд захирал Б.Батдэмбэрэл Япон улсын Тохоку Их Сургуульд “Газар доорх усны ордын гарал үүсэл болон урсгалын чиглүүлэх загварыг гидрогеохимийн болон изотопын аргаар судлах нь” доктор (Ph.D)-ын зэрэг тус тус хамгаалсан (Зураг 6-9).



Зураг 6. Доктор Д.Энхбаяр хээрийн судалгаан дээр



Зураг 7. Доктор Б.Сийлэгмаа



Зураг 8. Доктор Б.Наранчимэг Ёнсей их сургуульд суралцаж байхдаа AGU 2011 Fall meeting оролцож байх үе.



Зураг 9. Доктор Б.Батдэмбэрэл Тохоку их сургуулийн бодисын шинжилгээний лабораторит

Салбар, тэнхимийн сургалт, эрдэм шинжилгээний үйл ажиллагааг амжилттай явуулахад багш нараас гадна хичээлийн туслах ажилтан, сургалтын мастерууд чухал үүрэг гүйцэтгэсээр ирсэн бөгөөд тэнхимийн хичээлийн туслах ажилтнаар М.Мягмаржав 1977-1986, Л.Цэцэгмаа 1979-1994, П.Алтангэрэл 1980-1983, М.Шүрэнгэрэл 1994-1997 онуудад, тэнхимийн нарийн бичгээр Б.Янжинсүрэн 1998 онд ажиллаж байжээ. Сургалтын мастераар магистр Р.Алтанчимэг 1999-2018, магистр Б.Алтаншагай 2018-2020 онуудад, 2015 оноос магистр А.Эрдэнэцэцэг, 2020 оноос магистр А.Хандсүрэн нар тус тус ажиллаж байна.

СУРГАЛТЫН ҮЙЛ АЖИЛЛАГАА

Монгол улсын төрөөс дээд боловсролын чанарын баталгаажуулалтыг хангах талаар баримталж байгаа бодлогыг хэрэгжүүлэх зорилгоор БШУЯ-ны сайдын 2022 оны 5-р сарын 9-ны өдрийн А/160 тушаал “Мэргэжлийн чиглэл (хөтөлбөрийн нэр) индекс шинэчлэн батлах тухай” тушаалын хавсралтаар Дээд боловсролын сургалтын байгууллагад мөрдөх бакалаврын мэргэжлийн хөтөлбөрийн жагсаалтад D053205 индекс бүхий “Гидрогеологи”, D053206 индекс бүхий “Геоэкологи”, D058802 индекс бүхий “Инженер геологи, геотехник” хөтөлбөрөөр бакалавр, магистр, докторын түвшний сургалтын үйл ажиллагаа явуулж байна [5].

Сургалтын хөтөлбөрийн шинэчлэлийг нийгмийн шилжилт, зах зээлийн хэрэгцээ, шаардлага, шинжлэх ухааны ололт, технологийн дэвшил зэрэгтэй уялдуулан тухай бүр хийж ирсэн бөгөөд 2014 онд ЮНЕСКО-оос шинэчлэн гаргасан Боловсролын ангиллын олон улсын стандартын дагуу мэргэжлийн чиглэл (хөтөлбөр)-ийн ангиллыг тогтоосонтой холбоотой сургалтын хөтөлбөрт үр дүнд суурилсан арга зүйг тусгаж, хөтөлбөрийн суралцахуйн үр дүнг зах зээлийн хэрэгцээ, шаардлагад нийцүүлэн шинэчлэн боловсруулж байна.

2022-2023 оны хичээлийн жилд сургалтын хөтөлбөрийг ахин шинэчлэн боловсруулж, сургалтын хөтөлбөрт е-сургалт, зайн сургалт, холимог сургалт, мэргэжлийн программ мэдээллийн технологит суурилсан сургалтын орчин, арга зүй, технологийг тусгаж, нэвтрүүлэх, оюутны мэдлэгийн хүрээг өргөжүүлэх, бүх түвшний суралцагчдыг судалгаа, шинжилгээний ажилд өргөн оролцуулах, мэргэжлийн болон мэргэшүүлэх хичээлүүдийн чанарыг улам өндөржүүлэх замаар гадаадын тэргүүлэх их сургуулиудын түвшинд хүрэх, ШУТИС-ийн стратеги төлөвлөгөөний зорилтыг хэрэгжүүлэхэд чиглэсэн зорилтыг тусгаж өгсөн.

Уламжлалт сургалтын аргуудаас гадна идэвхтэй сургалтын олон шинэлэг аргуудыг өргөн хэрэглэж байна. Сургалтыг онлайн, танхим болон онлайн-танхим хосолсон хэлбэрээр зохион байгуулахад цахим сургалтын ШУТИС-ийн LMS, MS TEAMS, ZOOM зэрэг систем болон цахим сургалтын платформыг ашиглан сургалт явуулж байна (График 1).

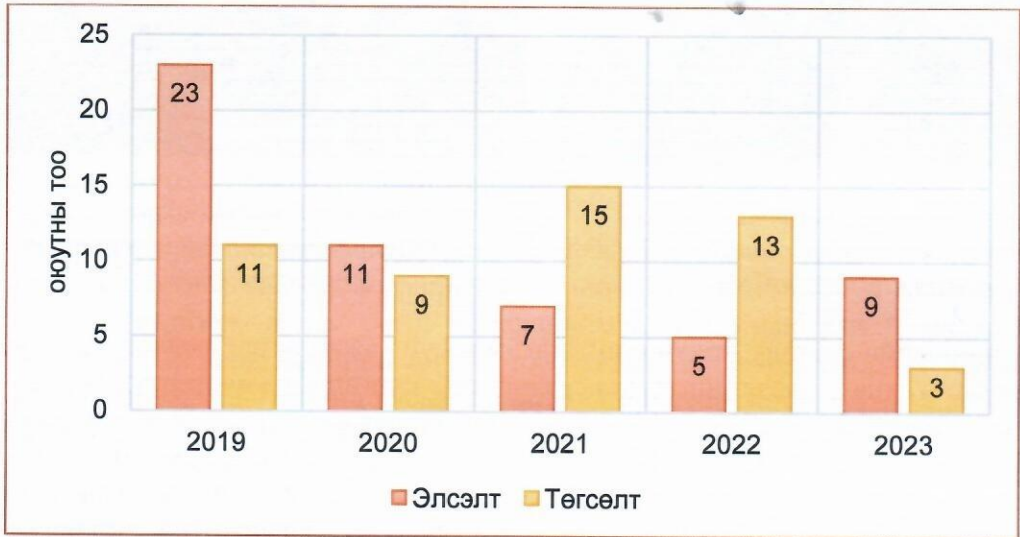


График 1. Сүүлийн 5 жилийн бакалаврын элсэлт, төгсөлт

Сургалтын нийт хугацаанд Гидрогеологи, инженер геологи, цэвдэг судлал, геоэкологийн мэргэжлээр 672 инженер, 116 магистр, бэлтгэн гаргажээ. Нийт сургалтын хугацаанд суралцсан төгсөгчдийн тоог графикаар харуулбал (График 2):

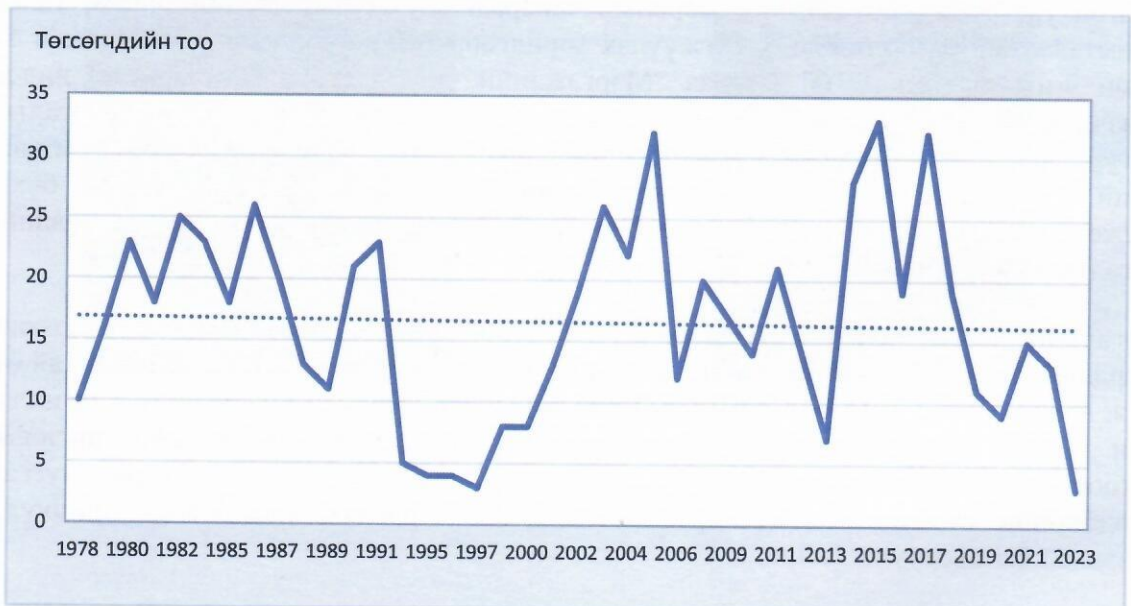


График 2. Бакалаврын зэрэгтэй төгсөгчдийн тоо (1978-2023 он)

Хэдий сургалтын үйл ажиллагаа хэвийн үргэлжилж, мэргэжилтэн бэлтгэж байгаа боловч дээрх графикуудаас харахад элсэгч, төгсөгчдийн тооны динамик ерөнхийдөө буурсан байгаа бөгөөд 1992-2001 оны хооронд 10 жилийн хугацаан дахь огцом бууралт нь Монгол улс ардчилсан зах зээлийн тогтолцоонд шилжиж гидрогеологи, инженер геологийн мэргэжлийн чиглэлийн байгууллага, судалгаа шинжилгээний төв, экспедиц, ангиуд татан буугдан хувьчлагдаж өмнө бэлтгэгдэн гарсан мэргэжилтнүүд ажлын

байргүй болж, манай мэргэжлийн боловсон хүчний зах зээлийн эрэлт эрс багасаж, 10 жилийн хугацаанд 6 төгсөлтийн 32-хон мэргэжилтэн бэлтгэгдэн гарсныг харуулж байна. 2002-2017 онууд хүртэлх хичээлийн жилд төгсөгчдийн тоо харьцангуй өсөлттэй байгаа нь “Усны тухай хууль” шинэчлэгдэн батлагдаж, үндэсний болон гадаадын хөрөнгө оруулалттай мэргэжлийн компаниуд идэвхтэй үйл ажиллагаа явуулж, “Усны талаар төрөөс баримтлах бодлого”-ын баримт бичиг боловсрогдон гарч, төрийн бодлогын дэмжлэг сайжирч, мэргэжлийн боловсон хүчний ажиллах талбар нэмэгдсэнтэй холбоотой. Харин 2014 оноос Монгол Улсын дээд боловсролын тогтолцоонд ЮНЕСКО-оос шинэчлэн гаргасан Боловсролын ангиллын олон улсын стандартын дагуу мэргэжлийн чиглэл (хөтөлбөр)-ийн ангиллыг шинэчлэн тогтоож, мэргэжлүүдийг нэгтгэл хийсэн, салбарын талаар төрөөс баримтлах бодлого, хөрөнгө оруулалт, цалин хөлс, мэргэжлийн талаарх ойлголт дутмаг зэргээс шалтгаалан 2015-2016 оны хичээлийн жилээс элсэлт эрс багасаж, 2017 оноос төгсөлт багассан нь зах зээлийн эрэлтийн хэмжээнд хүртэл мэргэжлийн боловсон хүчний нийлүүлэлт хийж чадахгүйд хүрч гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн салбарын хүний нөөцийг хомсдолыг бий болгоод байна.

Материаллаг баазын хувьд 1967 онд “Гидрогеологийн лаборатори”, 1973 онд “Грунт судлалын лаборатори”, 2014 онд “Гидрогеодинамикийн загварчлалын лаборатори”, “Грунтын механикийн лаборатори”, 2019 онд “Монгол-Хятад хамтарсан ус, хүрээлэн буй орчны шинжлэх ухаан ба инженерийн лаборатори” тус тус байгуулагдан сургалт, судалгаанд ашиглагдаж байна (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Мэргэжлийн салбарын лаборатори, кабинет (1973-2023 он)

д/д	Лаборатори, кабинетын нэр	Байгуулсан он	Зориулалт
1	Гидрогеологийн лаборатори	1967	Гидрогеологийн сургалт, судалгаа
2	Грунт судлалын лаборатори	1973	Ул хөрсний сургалт, судалгаа, туршилт
3	Гидрогеодинамикийн загварчлалын лаборатори	2014	Гидрогеологид хэрэглэгдэх программ хангамжуудыг заах
4	Грунтын механикийн лаборатори	2017	Грунтын механик шинж чанарыг тодорхойлох, сургалт, судалгаа хийх

2023 онд “Гидрогеологийн лаборатори”-ийг “Эрдэнэ дриллинг” ХХК, “Грунт судлалын лаборатори”-ийг Лэндтест ХХК-иуд хандиваар шинэчлэн засварлаж, тохижуулан зайн болон цахим хэлбэрээр сургалт явуулах боломжтой смарт технологийн техник хангамжаар тоноглож, суралцагчдад ая тухтай, тохилог, үр дүнд суурилсан идэвхтэй сургалтыг дэмжсэн орчин бүрдүүлж өгсөнд гүн талархал илэрхийлж байна (Зураг 10).

Газар доорх усны хөдөлгөөн, зүй тогтол, тоо, чанар, бохирдлыг тооцох, загварчлах, ул хөрсний чулуулгийн физик, механик шинж чанар, хажуугийн тогтворжилтыг тооцох, газар зүйн мэдээллийн системийн задлан шинжилгээ, орон зайн тархалтын анализ хийхэд албан ёсны байнгын лицензтэй ArcGIS 10.8, AquaChem 10, Visual MODFLOW Flex, WinLog – borehole and Well logging and plotting System, Geotechnical Graphics Geostudio, Galena- slop, Rocscience program (Dips 6.0), Rocscience program (Slide 7.0), HydroGeo analysis, RockMapper зэрэг программ хангамжуудыг сургалт, судалгаанд ашиглаж байна.



Зураг 10. “Эрдэнэ дриллинг” компани шинэчлэн засварласан лабораторийг хүлээн авах ёслол дээр

1973-2023 онуудад багш нар 25 гаруй ном, сурах бичиг, 16 гарын авлага, заавар, зөвлөмж бичиж, орчуулж хэвлүүлэн сургалтанд ашиглаж байна. Сүүлийн 5 жилд бичиж хэвлүүлсэн ном сурах бичгийг дараах хүснэгтэд харуулбал (Хүснэгт 3):

Хүснэгт 3. Багш нарын бичиж, орчуулсан ном сурах бичиг (2017-2023 он)

д/д	Ном сурах бичгийн нэр	Хэзээ хэвлэгдсэн	Зохиогчид
1	Миний босгосон оюунлаг суварга	2017	Н.Батсүх
2	Мэдээллийн системийн технологи 1	2019	Г.Сарантуяа
3	Мэдээллийн ситемийн технологи хичээлийн гарын авлага 1: Экологи-байгаль хамгааллын мэргэжилтнүүдэд	2019	Г.Сарантуяа
4	Мэдээллийн ситемийн технологи хичээлийн гарын авлага 2: Аялал жуулчлалын мэргэжилтнүүдэд	2019	Г.Сарантуяа
5	Монгол орон лахь геологи орчны бүрэлдэн тогтсон зүй тогтол, хөгжил	2020	Н.Батсүх
6	Геологи орчны Умард Монголын их мужийн бүрэлдсэн онцлог	2022	Н.Батсүх

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ХӨГЖИЛ БА ТЭЛЭЛТ

Гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн үндэсний мэргэжилтэн бэлтгэж эхлээд 50 жилийн түүхэн хугацаанд тухайн шинжлэх ухааны салбаруудыг хөгжүүлэх, залуу судлаач эрдэмтдийг бэлтгэж эхэлсэн. Салбарын багш судлаачид региональ гидрогеологи, инженер геологи, газар доорх усны горим, баланс, химийн бүрэлдэхүүн бүрэлдэн зүй тогтол, рашаан судлал, газар доорх усны хөдөлгөөний загварчлал, ашигт малтмалын ордын гидрогеологи, инженер геологи, онцгой шинж чанартай ул хөрсний тархалтын зүй тогтол, томоохон техноген тогтолцооны геологи орчин бүрэлдэх зүй тогтол, региональ геоэкологи, тандан судлал, газарзүйн мэдээллийн системийн гидрогеологи зэрэг олон чиглэлээр судалгааны ажил хийж ирсэн [6].

Гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн салбарын эрдэмтэн багш нараас Монголын нийгмийн хөгжилд тодорхой хувь нэмэр оруулж эрдэм шинжилгээний ажлуудыг гүйцэтгэж оюунлаг шинэ сэтгэлгээг хөгжүүлж ирснийг шинжлэх ухааны чиглэл бүрээр судалгааны үр дүнгийн хамт дараах байдлаар харууллаа. Үүнд:

1. Гидрогеологийн шинжлэх ухааны чиглэлээр:

1) *Хөвсгөл судлалаар голуудын ус зүй, нуурын усны температурын горим, мөсөн бүрхүүл, нуурын усны баланс, нуурын эргийн динамикийг тогтоох ажлуудыг профессор Н.Батсүхийн удирдлага дор профессор М.Алей, Б.Лхагвасүрэн, дэд проф. Д.Оюун нар хийж, судалгааны энэ чиглэлээр Н.Батсүх эрдмийн зэрэг хамгаалсан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Хөвсгөл нуурт цутгаж буй голуудын ус зүйн горимыг судалж, усны баялгийг тооцож гаргаж, Хөвсгөл нуурын ай савын газар доорх урсацын голын гидрограммыг задлан шинжилж, гадаргын ба газар доорх урсац бүрэлдэж тогтох зүй тогтлыг илрүүлж, зурагласан. Судалгааны дүнд Хөвсгөл нуурын региональ Атлас, "Хөвсгөл орчмын нутгийн байгалийн нөхцөл, нөөц баялаг" монограф, эрдэм шинжилгээний өгүүллүүд хэвлүүлсэн.
- ✦ Хөвсгөл нуурын идэвхт давхаргын температурын зураглал хийж нуурын усны температурын талбай бүрдэх зүй тогтол, нуурын усны массын хөдөлгөөн, нуурын усны дулааны нөөцийг тодорхойлж, нуурын усны идэвхт давхаргын хөдөлгөөний зураг зохиосон.
- ✦ Хөвсгөл нуурын мөсөн бүрхүүлийг судалж хар ба цагаан хилүүдийн байрлал, үүсэх зүй тогтлыг тогтоож, мөс зузааралтын хурд, мөсний статик ба динамик ачааллын даацыг тооцсоны үндсэнд мөсөн бүрхүүлээр авто тээвэр хийх зөвлөмжийг боловсруулж, ШБОС-ын эрх авсан.
- ✦ Хөвсгөл нуурын усны балансыг тооцож, нуурын усны балансад нөлөөлж буй трангресс, нуурын усны сейши (цалгилт) зэрэг үзэгдлүүдийг анх тогтоосон.
- ✦ Хөвсгөл далайн эргийн төрөл, үүсэх онцлогийг тогтоож, эрэг бүрэлдэхэд нөлөөлөх долгионы энергийн тооцоог хийж, зургийг зохиосон.

2) *Структур гидрогеологийн чиглэлээр Өмнөт Монголын гидрогеологийн структур, Нүүрсний ордуудын усжилт, Дорнот говийн гидрогеологийн структур зэрэг судалгааны ажилд профессор Н.Батсүх, М.Алей, Д.Оюун, Н.Буянхишиг нар оролцож, судалгааны энэ чиглэлээр М.Алей, У.Борчулуун, А.Түвдэндорж, Д.Оюун, П.Хөхөө нар эрдмийн зэрэг хамгаалсан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Структур гидрогеологийн зарчимд тулгуурлан Өмнөт Монголын атриат системийн төвийн хэсэгт Гурвансайхан, Ханхонгор, Цэцийн гидрогеологийн 2-р эрэмбийн массивууд, Булган, Даланзадгад, Балгасын улаан нуур, Манлайн гидрогеологийн 2-р эрэмбийн ай сав ялгаж, тэдгээрийн заагаар Гурвансайханы болон Булганы усжсан хагарлын структурүүдийг тогтоосон.
- ✦ Налайх, Шарын гол, Багануур, Алаг тогоо, Шивээ говь, Төгрөг нуур зэрэг нүүрсний ордуудын гидрогеологийн нөхцөл, усжилт, олборлолтын үеийн усны горим, уурхайд үүсэж байгаа инженер геологийн шинэ үйл явц зэргийг судалж, ордын гидрогеологийн структур нь усжилтад, ашиглалтад хэрхэн нөлөөлж байгааг авч үзсэн.

- ✦ Дорнод говийн регионы структур гидрогеологийн мужлал зохиож Өндөршил, Буянт, Дэлгэрэх, Үнэгт, Их Улаан нуур, Өргөн, Зүүнбаян, Хар айраг, Хойт Мандахын гидрогеологийн ай савууд, Алтанширээ, Мандах, Сайхандулаан, Төгрөг, Баяндэлгэр, Хар Айргийн гидрогеологийн массивууд, Нартын хийд, Зүүнбаян, Хар айраг, Зээрийн хөтөл, Хайрханы усжсан хагарлуудыг ялгаж, гидрогеологийн үзүүлэлтүүдийг тооцсон.

3) *Региональ гидрогеологийн чиглэлээр гидрогеологийн зураглал, томоохон ус хэрэглэгчдийн усан хангамжид зориулсан газар доорх усны нөөцийг тогтоох судалгаа, термаль усны судалгаа, үндэсний цогцолборт газрын усжилтын судалгаа, Монгол орны газар доорх уэнгэг усны нөөцийн судалгаа шинжилгээний ажилд профессор Н.Батсүх, С.Пүрэвсүрэн, Д.Сурмаажав, М.Алей, дэд проф. Н.Буянхишиг, Д.Оюун, доктор Д.Энхбаяр, Б.Батдэмбэрэл ажилласан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ НҮБ-аас боловсруулсан гидрогеологийн зургийг чулуулгийн усжилт, химийн найрлагыг гол үзүүлэлтэд тулгуурлаж зохиох аргачлалыг боловсруулахад оролцож, Монгол орны гидрогеологийн 1:1000000-ын хураангуйлалтай, Баруун Монголын 1:500000-ын хураангуйлалтай, Өмнөт Монголын 1:200000-ын хураангуйлалтай, Дундговийн гидрогеологийн 1:500000-ын хураангуйлалтай, Монгол орны 1:4500000-ын хураангуйлалтай гидрогеологийн зураг, Монгол орны рашаан, эрдэст нуурын 1:2500000-ын хураангуйлалтай зураг зохиоход тус тус оролцсон.
- ✦ Монголын говийн бүсийн зарим томоохон ус хэрэглэгчдийн усан хангамжид шаардлагатай газар доорх усны нөөцийг илрүүлэн ашиглах үндэслэл, Монгол орны термаль усны судалгаа, Говь Гурван Сайханы үндэсний цогцолборт газрын усжилтын судалгаа, Монгол орны газар доорх цэнгэг усны нөөцийн хангамжийн судалгаа хийсэн.

4) *Газар доорх усны горим, баланс, тэжээмжийн чиглэлээр Балгасын улаан нуурын газар доорх цэнгэг усны баланс, "Даланзадгад" газар доорх цэнгэг усны ордын горим, Говь Гурван Сайхан уулын ус-цаг уурын горим, Ордын газар доорх усны техноген горимын судалгаа, Чулуулгийн гадаргад явах конденсаацийн үйл явц, судлах арга зүй, Гидрогеологийн мэдээллийг ихэсгэх боломжийг тогтоох, газар доорх усны тэжээмжийн мужийг тогтоох судалгааны ажилд Н.Батсүх, Д.Сурмаажав, Н.Буянхишиг, М.Алей, дэд проф. Д.Оюун, доктор Д.Энхбаяр, Б.Наранчимэг, Б.Сийлэгмаа, Б.Батдэмбэрэл нар оролцож, судалгааны энэ чиглэлээр Д.Оюун, Д.Энхбаяр, Б.Сийлэгмаа нар эрдмийн зэрэг хамгаалсан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Өмнөговь аймгийн Ханхонгор сумын нутагт орших Балгасын Улаан нуурын газар доорх усны ордын тэжээгдлийг судалж балансын тооцоог гаргасан. Өмнөговь аймгийн Даланзадгад сумын нутагт орших "Даланзадгад" газар доорх цэнгэг усны ашиглалтын үеийн горимыг судлан тэжээгдэлд олзворлолт хэрхэн нөлөөлж байгааг тогтоосон.
- ✦ Төв аймгийн Аргалант сумын нутагт тархсан ул хөрсний усны потенциал, ус нэвтрүүлэх чадварыг илрүүлж, ургамлын үндэс тархах бүсэд агуулагдах чийгийн балансыг тооцсон.

- ✦ Говь Гурван Сайхан уулын ус-цаг уурын горим, Багануурын нүүрсний ордын газар доорх усны техноген горимын онцлогийг тогтоож, төрөлжүүлэлт хийсэн ба Улаанбаатар хотын суурьшлын бүс, төвийн хэсгийн газар доорх усны түвшин болон чанарын өөрчлөлтөд боловсруулалт хийж, прогноз үнэлгээ өгсөн.
- ✦ Газар доорх усны 73 ордын хүн амын ундны эх үүсвэр, усан хангамжийн эрүүл ахуйн бүсийн зураг зохиож, усан хангамжийн эх үүсвэрийн гадаад болон дотоод тэжээгдлийн мужийг тогтоосон.
- ✦ Туул голын сав газрын дээд хэсэгт газар доорх усны тэжээмжийг тооцож, уурын диффузийн нөлөө их байгааг тогтоосон.
- ✦ "Загийн усны хоолой" газрын доорх усны ордын тэжээмжийг уст цэгүүдийн усны түвшний өгөгдөл, химийн найрлага, тогтвортой изотоп, усаар ханаагүй бүсийн чийгийн хөдлөл зүйн мэдээг ашиглан үнэлэх судалгааны ажлыг доктор Д.Энхбаярын (2019-2023) удирдлага дор хийж байна.

5) *Гидрогеохимийн чиглэлээр Говийн район, Гүний хоолойн газар доорх усны орд, Зөөвч Овоогийн ы газар доорх усны химийн найрлага, газар доорх усны ордын гарал үүсэл, насыг тодорхойлох гидрогеохимийн болон изотопийн судалгаа, Улаанбаатар хотын газар доорх усны химийн найрлага шинж чанар, бохирдлын судалгааны ажилд профессор Н.Батсүх, доктор Н.Наранчимэг, Д.Энхбаяр, Б.Батдэмбэрэл нар оролцож, Л.Жавзан, Н.Наранчимэг, Б.Батдэмбэрэл нар эрдмийн зэрэг хамгаалсан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Говийн районы газар доорх усны химийг найрлагад нөлөөлж буй гол хүчин зүйлүүдийг тогтоож, Дорнот Говийн бүс, Гүний хоолойн газар доорх усны орд, Зөөвч Овоогийн газар доорх усны химийн найрлага бүрэлдэн тогтох онцлог, шинж чанар зэргээс хамааруулан гидрогеохимийн бүсчлэлийг хийсэн.
- ✦ Улаанбаатар хотын суурьшлын бүс болон төвийн бүсийн гидрогеохимийн судалгаа хийэ, хяналт шинжилгээний цэгүүдийн газар доорх усны чанарын өөрчлөлтийн мэдээлэлд боловсруулалт хийж, прогноз үнэлгээ өгсөн.
- ✦ Улаанбаатар хотын сууршлын бүс болон ус хангамжийн эх үүсвэрийн газар доорх усанд чанарын үнэлгээ хийх, хорт хавдар үүсгэгч дэгдэмхий органик нэгдлийг илрүүлэх судалгаа хийсэн.

6) *Рашаан судлалаар рашааны ордууд болон эрдэст нуур, эмчилгээний шаврын ордуудын гидрогеологийн нөхцөл, халуун рашааны температурын орон, рашааны хими, хий, бактериологийн найрлага, рашааны горимыг тогтоох зэрэг судалгааны чиглэлээр С.Пүрэвсүрэн, Н.Батсүх нар ажилласан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Монгол орны 120 гаруй рашааны орд илрэл дээр гидрогеологи, гидрохими, хийн болон бактериологи судалгаагаар гидрогеологийн нөхцөлийг тодорхойлж, Монгол орны рашаан, эрдэст нуурын зураг зохиох тулгуур материалыг бий болгосон.
- ✦ Шаргалжуут, Хужирт, Отгонтэнгэр, Могод (Сайхан Хульж) зэрэг халууны рашааны орд дээр гидрогеотермийн зураглал хийж, температурын орны нарийн зураг зохиосон.
- ✦ Эрдэст нуур, эмчилгээний шаврын ордуудын судалгааг рашааны судалгаатай хамт хийж Хунт нуур, Цайдам нуур, Утаат Минжүүр зэрэг олон объектын гидрогеологийн онцлогийг судалж, Оргил, Жанчивлан, Сайхан Хульж, Хужирт,

Халзан Уул зэрэг ордууд дээр рашааны хийн хүчин зүйл, ундарга, түвшний бууралт зэрэг гидродинамикийн үзэгдлийг горимлосон судалгаа хийсэн.

- 7) Газар доорх усны загварчлалаар Газар доорх усны загварчлалаар байгалийн усны эвдэрсэн горимтой урсацын элементүүдийг тодорхойлох судалгаа, Багануурын нүүрсний ордын газар доорх усны эвдэрсэн горимтой урсацын загварчлал, Туул голын даралтгүй уст давхаргын загварчлалыг дэд проф. Н.Буянхишиг, доктор Д.Энхбаяр хийсэн ба судалгааны энэ чиглэлээр Д.Батмөнх, Н.Буянхишиг, Д.Энхбаяр нар эрдмийн зэрэг хамгаалсан.

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Байгалийн усны эвдэрсэн горимтой урсацын элементүүдийг тогтоож, Багануурын нүүрсний ордын газар доорх усны эвдэрсэн горимтой урсацын загварчлал хийж, байгалийн усны эвдэрсэн горимтой урсацын загварчлалын аргачлалыг боловсруулсан.
- ✦ Туул голын даралтгүй уст давхаргын загвар хийж, аллювийн уст давхаргын шүүрэлтийн итгэлцүүрийг урвуу аргаар тооцсон.
- ✦ Туул голын сав газрын хөлдөлт, гэсэлтийг тооцоолох ус ба энергийн балансын загварыг боловсруулж Туул голын аллювийн уст давхаргын ус таталтын нөлөөг газар доорх усны урсгалын болон масс зөөгдлийн тоон загвар ашиглан судалсан.

- 8) Ашигт малтмалын ордын гидрогеологийн чиглэлээр ашигт малтмалын ордын хайгуулын болон ашиглалтын үеийн гидрогеологийн судалгаа, ордын усжилтын ангилал, ордын газар доорх усны техноген горимын судалгаанд профессор Н.Батсүх, Ж.Баяраа, М.Алей, дэд проф. Д.Оюун, Н.Буянхишиг, Д.Энхбаяр, Б.Наранчимэг нар оролцсон ба судалгааны энэ чиглэлээр Д.Оюун эрдмийн зэрэг хамгаалсан.

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Налайх, Багануур, Эрдэнэтийн ордын газар доорх усны техноген горимын нөлөөлөлд орох талбайг хамруулан хийж гидрогеологийн үзүүлэлтүүдийн өөрчлөлтийг тодорхойлж ордын газар доорх усны техноген горим бүрэлдэх онцлогийг тодорхойлсон ба Монгол орны нүүрсний ордуудын гидрогеологийн ангиллыг Багануур, Шивээ-Овоо, Шарын гол, Налайхын нүүрсний ордуудын жишээн дээр хийсэн.
- ✦ Эрдэнэт, Багануур, Шивээ-Овоо, Төгрөг нуур, Улаан-Овоо, Цайдам нуур, Овоот толгой, Тавантолгой зэрэг ордын гидрогеологийн нөхцөлийг судалж, уурхайд орж ирэх газар доорх усны хэмжээг тодорхойлон түүнийг зайлуулах оновчтой аргыг боловсруулсан.

- 9) Изотопийн гидрогеологийн чиглэлээр Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн газар доорх усны изотопийн судалгаа, Гүний хоолойн газар доорх усны изотопын судалгаанд доктор Б.Наранчимэг, Б.Батдэмбэрэл нар хийж, судалгааны энэ чиглэлээр эрдмийн зэрэг хамгаалсан.

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн ус чулуулгийн харилцан үйлчлэлд үнэлгээ өгч, газар доорх усны голлох бохирдлыг илрүүлсэн.

- ✦ Гүний хоолойн газар доорх усны ордод тархсан сэвсгэр хурдаст агуулагдах ус уст давхарга болон цэрдийн настай хурдаст агуулагдах уст давхаргатай гидравлик холбоогүй болохыг тогтоосон.

10) *Гидрогеологийн тандан судлал ба газарзүйн мэдээллийн системийн чиглэлээр зайнаас тандан судлах өгөгдлийг ашиглах гидрогеологийн судалгаа хийх ажилд дэд проф. Д.Оюун, Г.Сарантуяа, Н.Буянхишиг, доктор Д.Энхбаяр нар оролцсон.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ БНЭУ-ын Шивалик уулын бэл орчмын нутаг дэвсгэрийн сансрын болон агаарын зургийн дижитал тоон өгөгдлийг ашиглан геологи, структур, литологи, геоморфологийн тайлалт хийж гидрогеоморфологийн зураг зохиосон ба газар зүйн мэдээллийн системийн шинжилгээний үндсэн дээр тухайн бүс газар тариалангийн усан хангамжийг шийдвэрлэх газар доорх усны боломжит нөөц бүхий талбайг сонгон үнэлгээ өгч, зураг зохиосон.
- ✦ Газар доорх усны ордын хүн амын ундны эх үүсвэр, усан хангамжийн эрүүл ахуйн бүсийн зураг зохиоход газар зүйн мэдээллийн системийг ашигласан.

2. Инженер геологийн шинжлэх ухааны чиглэлээр:

1) *Инженер хайгуулын оновчлолоор Орхон голын ай савд тархсан суулттай ул хөрсний физик-механик шинж чанарын хамаарал, Улаанбаатарын районы том хэмхдэст ул хөрсний норматив, Хэрлэнгийн районы том хэмхдэст ул хөрсний региональ норматив, Сэлэнгийн районы суулттай ул хөрсний үндэсний норматив, Орхоны районы том хэмхдэст ул хөрсний норматив, Монгол орны инженер геологийн судалгаанд статистик зондыг хэрэглэх боломж, Онцгой шинж чанартай ул хөрсөнд хийх инженер хайгуулын ажлын оновчлол, Богдхан төмөр замын Туннель-II байгууламжийн талбайн инженер геологийн нөхцөлийн судалгааг профессор Н.Батсүх, М.Алей, магистр Я.Болормаа, А.Эрдэнэцэцэг, доктор Б.Сийлэгмаа нар хийсэн ба судалгааны энэ чиглэлээр М.Мягмаржав, Ж.Батсүрэн, Г.Тунгалаг нар эрдмийн зэрэг хамгаалсан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Орхон голын ай савд тархсан суулттай ул хөрсний гарал зүйн онцлог, найрлага, шинж чанарыг тодорхойлж, ул хөрсний физик ба механик шинж чанарын хоорондын хамаарлыг илрүүлсэн.
- ✦ Улаанбаатар хот, Хэрлэн, Сэлэнгэ, Орхоны айс сав, Хөшигийн хөндийн нутаг дэвсгэрийн инженер геологийн нөхцөлийг тодорхойлсон.
- ✦ Улаанбаатар хотын барилгажсан талбайд тархсан том хэмхдэст ул хөрс, Хэрлэнгийн сав нутагт тархсан том хэмхдэст ул хөрс, Сэлэнгийн ай савд тархсан суулттай ул хөрс, Орхоны ай савд тархсан том хэмхдэст ул хөрс, Хөшигийн хөндийн неогены хурдасны нормативыг боловсруулж, инженер хайгуулын үйлдвэрлэлд нэвтрүүлсэн.
- ✦ Төв аймгийн Аргалант сумын нутагт тархсан элсэн ба элсэнцэр хүрэн хөрсний ус-физикийн шинж чанар болох хөрсний чийгийн хөдлөлзүй, ул хөрсний усны потенциалыг тооцсон.
- ✦ Богдхан төмөр замын туннель-II байгууламжийн талбайн ул хөрсний физик, механик шинж чанарыг тодорхойлж, талбайн геотехникийн, геоморфологийн,

экологи-гидрогеологийн, геокриологийн, инженер геологийн нөхцөлийн зураг зохиосон.

- 2) *Инженерийн цэвдэг судлалаар Хангайн нурууны олон жилийн цэвдэг ул хөрсний судалгаа, Хөвсгөл нуурын ай сав дахь халианы судалгааны чиглэлээр профессор Н.Батсүх, магистр Я.Болормаа, дэд проф. Д.Оюун нар ажилласан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Хангайн нурууны инженер геологийн төвөгтэй нөхцөлийг тодорхойлогч олон жилийн цэвдэг ул хөрсний шинж чанар, хүний үйл ажиллагаанд өртөгдөн өөрчлөгдөх байдал, экологийн ач холбогдлыг судалгааны өнөөгийн түвшинд байгаа материалд тулгуурлаж өгсөн.
- ✦ Хөвсгөл нуурын ай савд үүсэх халианы төрлүүдийн ангилал хийж, гадаргын ба газар доорх урсац бүрэлдэхэд яаж нөлөөлж байгааг тогтоосон.

- 3) *Археологийн инженер геологийн чиглэлээр Майхан уулын Шороон Бумбагарын эртний нүүдэлчдийн бунхант булшны инженер геологийн судалгаа, Богд хааны болон Чойжин ламын сүм музейн талбайн инженер геологийн судалгааны ажилд магистр Я.Болормаа, А.Эрдэнэцэцэг нар оролцож ажилласан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Майхан уулын Шороон Бумбагарын эртний нүүдэлчдийн бунхант булшны талбайд тархсан ул хөрсний физик, механик шинж чанар, геодинамикийн үзэгдэл үйл явцыг тогтоосны үндсэн дээр инженер геологийн нөхцөлийг тодорхойлсон.
- ✦ Богд хааны болон Чойжин ламын сүм музейн талбайд тархсан ул хөрсний физик, механик шинж чанарыг тодорхойлсон.

3. Геоэкологийн шинжлэх ухааны чиглэлээр:

- 1) *Геоэкологийн судалгаа Геоэкологийн судалгааны чиглэлээр Сэлэнгэ мөрний ай сав дахь геологи орчны зураглал, төрөлжүүлэлт, Улаанбаатар хотын геологи орчны үнэлгээ, Түгээмэл тархалттай ашигт малтмалын ордуудын геологи орчны үнэлгээ, Улаанбаатар-Сүхбаатар төмөр замын геологи орчны үнэлгээ, Алтны ордуудын геологи орчны үнэлгээ, Үйлдвэрийн газрын экологийн паспортжуулалт, мониторинг, Монгол дахь аж үйлдвэржүүлэлтийн биологийн төрөл зүйлд үзүүлсэн нөлөөлөл, Багануурын нүүрсний ордын геологи орчны үнэлгээ хийх судалгааг профессор Н.Батсүх, М.Алей, доктор Д.Доржсүрэн, магистр Я.Болормаа дэд проф. Д.Оюун, Г.Сарантуяа, доктор Б.Наранчимэг, Б.Батдэмбэрэл нар оролцон хийж, судалгааны энэ чиглэлээр Н.Батсүх, Д.Доржсүрэн, Г.Сарантуяа нар эрдмийн зэрэг хамгаалсан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Региональ түвшинд хийх геоэкологийн задлан шинжилгээний арга зүйг шинээр боловсруулсан.
- ✦ Сэлэнгэ мөрний ай сав дахь геологи орчны төрөлжүүлэлт, техноген тогтолцооны ангилал хийж, геологи орчны өөрчлөлтийн үнэлгээ, прогноз өгч, Геоэкологийн багц зураг зохиосон.

- ✦ Улаанбаатар хот, болон түгээмэл тархалттай ашигт малтмалуудын ордуудын нутаг дэвсгэрийн геологи орчны өөрчлөлтийн үнэлгээ, прогноз өгч, геозкологийн багц зураг зохиосон.
- ✦ Улаанбаатар-Сүхбаатарын төмөр замын геологи орчны онцлогийг тогтоон илрүүлж үнэлгээ хийсэн.
- ✦ Заамарын районы Баянголын алтны ордын геологи орчны үнэлгээг өгч, алт олборлох технологийн асуудлыг ордын геологийн нөхцөлтэй нь уялдуулж судалсан.
- ✦ Улаанбаатар хотын ТЭЦ №4, Талх чихрийн комбинат зэрэг үйлдвэрийн газруудын геозкологийн судалгааг технологийн онцлогтой уялдуулан хийж, үйлдвэрийн газрын экологийн паспортын загварыг зохиосон ба экологийн паспортжуулалт мөрдөх замаар мониторинг зохион байгуулах эхлэлийг тавьсан.
- ✦ Багануурын нүүрсний ордын ордын геологи орчны бүрэлдэх онцлогийг тодорхойлон, геологи орчин, техноген тогтолцооны төрөлжүүлэлтийг хийж, геологи орчны өөрчлөлтийн 1:20000-ны хураангуйлалтай зургийг зохиож, өөрчлөлтөд үнэлгээ өгсөн.

2) *Геологи орчны төлөв байдлын үнэлгээний чиглэлээр үйлдвэрийн газруудын геологи орчны төлөв байдлын үнэлгээ, уул уурхайн үйлдвэрлэлийн геологи орчны төлөв байдлын үнэлгээ, төв, суурин газрын геологи орчны төлөв байдлын үнэлгээ, шугаман байгууламжийн геологи орчны төлөв байдлын үнэлгээний судалгааны ажилд профессор Н.Батсүх, М.Алей, доктор Д.Доржсүрэн, магистр Я.Болормаа дэд проф. Д.Оюун, Г.Сарантуяа нар ажилласан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Улаанбаатар хотын ТЭЦ-III, ТЭЦ-IV, Дарханы ТЭЦ, "Витасамо" үйлдвэр, "Талх чихэр"-ийн комбинат зэрэг үйлдвэр, үйлчилгээний объектуудын геологи орчны төлөв байдлын үнэлгээ хийсэн.
- ✦ Шарын гол, Багахангай, Нүхт, Хотгор, Алаг тогоо, Шивээ-Овоогийн нүүрсний уурхайн, Бороо голын, Нарангийн, Бугантын, Шарын голын, Заамарын районы алтны ордууд, Хамар Ус, Өргөний хайлуур жоншны орд, Зүүнбаян, Цагаан элсний нефтийн хайгуул, олборлолтын, "Найрамдал" шаврын орд, Сонгины хайрганы ордын геологи орчны төлөв байдлын үнэлгээ хийсэн.
- ✦ Буянт-Ухаагийн нисэх буудал, шатахуун түгээгүүрийн станциуд, жуулчны бааз, амралт, сувиллын газруудын геологи орчны төлөв байдлын үнэлгээ хийсэн.
- ✦ Дархан, Улаанбаатар, Баянхонгор хотуудын УСАГ, Баруун аймгийн эрчим хүчний объект зэрэг шугаман байгууламжийн геологи орчны төлөв байдлын үнэлгээг хийсэн.

3) *Экологийн гидрогеологийн судалгааны чиглэлээр Даланзадгадын районы экологи-гидрогеологийн судалгаа, Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн газар доорх усны бохирдлын судалгаа, Хөвсгөл аймгийн Цагаан-Үүр сумын орчны бохирдол хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх судалгааны ажилд профессор Н.Батсүх, доктор Б.Наранчимэг, Б.Батдэмбэрэл нар оролцож, судалгааны энэ чиглэлээр Б.Наранчимэг эрдмийн зэрэг хамгаалсан.*

Судалгааны үр дүн:

- ✦ Даланзадгадын районы геологи орчны тогтвортой байдлыг газар доорх усны хамгаалагдсан зэргээр үнэлж, экологи-гидрогеологийн зураг зохиосон.

- ✦ Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн газар доорх усны бохирдолд үнэлгээ өгсөн.
- ✦ Хөвсгөл аймгийн Цагаан-Үүр сумын ундны усны чанар хүн амын амны хөндийн эрүүл мэндэд нөлөөлөх талаар судалсан.

Салбарын эрдэмтэн, профессор багш, судлаач нарын 50 жилд туурвисан бүтээлүүд:

- Нэг сэдэвт зохиол	23
- Сурах бичиг, гарын авлага	56
- Эрдэм шинжилгээний өгүүлэл	727
- Эрдэм шинжилгээ, үйлдвэрлэлийн тайлан	170
- Эрдэм шинжилгээний хуралд тавьсан илтгэл	481
- Хянан засварласан бүтээл	96
- Хэвлүүлсэн карт	14
- Хэрэгжүүлсэн төсөл	21
- Оролцсон төсөл	56
- Патент, зохиогчийн эрх	10
- Тэмдэглэл, дурсамж	63
- Орчуулсан ном	6
- Бүтээсэн кино	8
- Удирдсан доктор оюутан	26
- Удирдсан магистр оюутан	98

Судалгааны ажлын үр дүнг хэлэлцүүлэх, хэвлэн нийтлүүлж нийтийн хүртээл болгох, харилцан туршлага судлах, санал бодлоо солилцоход эрдэм шинжилгээний хурал зохион байгуулах, эрдэм шинжилгээний бүтээл хэвлүүлэх чухал үүрэгтэй байдгийг тус салбар 1993 оноос хэрэгжүүлж “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” сэдэвт эрдэм шинжилгээний хурлыг жил бүр зохион байгуулж, 2022 онд тус хурлын 30 жилийн ойг тэмдэглэн эрдэм шинжилгээний хурлуудаар хэлэлцүүлсэн илтгэлүүдийг эмхэтгэн эрдэм шинжилгээний 30-р бүтээлийг хэвлүүлэн гаргасан (Зураг 11).



Зураг 11. “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” сэдэвт эрдэм шинжилгээний 30-р хуралд оролцогчид, 2022 оны 11 сарын 11

Water Dynamics 2016, 2017, 2018, 2019 олон улсын хурлууд, JPGU-AGU 2017, 2018, 2019 олон улсын хурлууд, Олон улсын гидрогеологичдын IAH 2018 хурал, Water-Rock interaction 2019 олон улсын хурлуудад доктор Б.Батдэмбэрэл өөрийн судалгааны ажлыг аман болон ханан илтгэлээр хэлэлцүүлж 2023 оны 8 сард Water-Rock interaction 2023 хуралд зочин илтгэгчээр оролцон Environmental Risk Management, water quality and human health issues салбар хуралдааныг хамтран удирдан явуулсан (Зураг 12, 13).



Зураг 12. JPGU-AGU 2019 олон улсын хурлын үеэр



Зураг 13. Water-Rock interaction 2023 олон улсын хурлын үеэр

САЛБАРЫН ГАДААД, ДОТООД ХАРИЛЦАА, ХАМТЫН АЖИЛЛАГАА

Төгсөгчдөөс Д.Доржсүрэн, С.Мягмаржав, Э.Батсүрэн, А.Түвдэндорж, Д.Оюун, Н.Буянхишиг, Н.Сийлэгмаа, Г.Тунгалаг, Д.Батжаргал нар докторын зэргийг дотоодод хамгаалсан бол М.Өлзийбат, Б.Ариунаа, Д.Буян-арвижих, Б.Бүрэнжаргал, О.Энхцолмон, Д.Энхбаяр, Б.Наранчимэг, С.Оюунгэрэл, Б.Батбаатар, Б.Батдэмбэрэл нар Франц, ОХУ, ХБНГУ, Япон, Испани, Солонгос, АНУ-д суралцаж докторын зэрэг хамгаалсан [4].

Салбарын эрдэмтэн, профессор багш, оюутнууд дотоод, гадаадын олон аж ахуйн байгууллага, хүрээлэн, их дээд сургууль пүүс, компаниудтай ажил хэрэгч харилцаатай ажилладаг (Зураг 14).



Зураг 14. Доктор Б.Наранчимэг Оюу Толгой уурхайд хөндлөнгийн аудит хийх үеэр усны сорьц авч байгаа, 2022 он

Гадаадаас ОХУ-ын Эрхүүгийн Их Сургууль, Эрхүүгийн Техникийн Их Сургууль, Эрхүүгийн Дэлхийн царцдас судлалын хүрээлэн, Германы Фрайбергийн уул уурхайн

академи, ОХУ-ын Санкт-Петербургийн Улсын Их Сургууль, Москвагийн барилгын инженерийн дээд сургууль, БНХАУ-ын Хэбэйн геологийн сургууль, Японы Тохокугийн их сургууль, Солонгосын Ёнсой их сургууль, Испаний Каталонь Политехникийн их сургууль, Туркийн Хажипетегийн их сургууль, АНУ-ын Агаарын хүчний технологийн их сургууль, Солонгосын Корей их сургуультай сургалт, эрдэм судлалын өргөн харилцаатай ажиллаж ирсэн ба ажиллаж байна (Зураг 15).



Зураг 15. Дэд дофессор Н.Буянхишиг АНУ-ын Пенсакола Их сургууль дээр, 2019 он

Дотоодын их, дээд сургуулийн профессор багш нартай нягт уялдаатай ажиллаж геологи, уул уурхай, геофизик, барилга, маркшейдер, гидротехник, усны барилгын инженер, өрөмдлөг, нефть баазын ашиглалт, олборлолт зэрэг олон мэргэжлийн ангиудад гидрогеологи, инженер геологи, байгаль хамгаалал, геоэкологийн чиглэлээр сургалтын төлөвлөгөөний хүрээнд үйлчилж сургалтыг явуулж ирсэн.

Тус салбарыг төгсөгчид сургууль, багш нартайгаа нягт харилцан холбоотой ажилладаг. Төгсөгч инженерүүд салбарын оюутны эрдэм шинжилгээний хурал зохион байгуулж, урамшуулах ажил жил бүр зохиогдон уламжлал болсон. Жил бүр зохион байгуулдаг “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” эрдэм шинжилгээний хурлыг сүүлийн жилүүдэд манай төгсөгчдөөс ивээн тэтгэж, хурлын эмхэтгэлийг хэвлүүлж байна.

Салбарын сургалтын материаллаг баазыг бэхжүүлэхэд төгсөгчид анхаарч эрдэмтэн багш нарын бичсэн сурах бичиг, гарын авлага хэвлүүлэх, эрдэм шинжилгээний хурал зохион байгуулах зэрэг ажлуудыг ивээн тэтгэж ирсэн. Үүнд, О.Балдорж, Т.Бээжинхүү, Ц.Гарамжав, Д.Хишигт, Ч.Отгонбаяр, М.Мягмаржав, Г.Тамир, Д.Баясгалан, Ж.Осоржамаа, Д.Доржсүрэн, Д.Мөнхгэрэл, Б.Жамбалдорж, Ц.Болд, И.Сайнсанаа, С.Гангантогос зэрэг төгсөгчдийн нэрлэж болох юм.

ДҮГНЭЛТ

1. Манай мэргэжлийн салбарын түүхэн хөгжлийн 50 жилд гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн мэргэжлийн чиглэлээр 672 мэргэжилтнийг төгсгөж эх орныхоо бүтээн байгуулалтын талбарт бэлтгэж өгсөн бөгөөд бакалавр, магистр, докторын

- түвшний 126 оюутантай, 100 хувь эрдмийн цол, зэрэгтэй профессор багш нартай сургалт, эрдэм шинжилгээний томоохон төв болон хөгжсөн байна.
2. Мэргэжлийн салбарын хөгжлийг дүгнэж үзвэл 1973-1990 онуудад “Боловсон хүчнийг бэлтгэх бэхжилтийн үе”, 1990-2000 онуудад “Шилжилтийн үе”, 2000-2015 онуудад “Салбарын хөгжлийн оргил үе”, 2016 оноос одоо “Шилжилтийн үе”-үүдэд хувааж авч үзэж болох юм. Тухайн үечлэл төрийн бодлого, хөрөнгө оруулалт, нийгэм, эдийн засаг байдал, элсэгчдийн зах зээлийн мэдрэмж, сургалт, судалгаатай холбогдоно.
 3. Манай салбарын хувьд Монгол улсдаа гидрогеологи, инженер геологи, геотехник, геоэкологийн мэргэжлээр дээд боловсролтой мэргэжилтэн бэлтгэж байгаа ганц их сургууль учраас Монгол Улсын “Алсын хараа -2050”, ШУТИС-ийн Стратеги төлөвлөгөөний зорилтыг хэрэгжүүлж, одоогийн хүрсэн амжилтаа улам бэхжүүлэн Монгол улсдаа төдийгүй олон улсын түвшинд ажиллах мэдлэг, ур чадвар, хандлага төлөвшилтэй мэргэжилтэн бэлтгэх сургалт-эрдэм шинжилгээ-үйлдвэрлэл, инновацын төв болох чухал байна.
 4. Багшлах нөөцийн хувьд 100 хувь эрдмийн зэрэг, цолтой боловч хүний нөөцийн сайн менежментийг хэрэгжүүлж мэргэжлийн багшийн тасралтгүй залгамж халааг төлөвлөгөөтэйгөөр бэлтгэхэд анхаарах шаардлага бий болсон.
 5. Бид сүүлийн жилүүдэд сургалтын хөтөлбөрийг ахин шинэчилж элсэж буй шинэ мянганы дижитал оюутнуудад зориулан хөтөлбөртөө цахим ба зайн сургалт, хосолсон сургалт, дэвшилтэт технологит суурилсан сургалтын орчин, арга зүй, технологийг тусгаж, бүх түвшний суралцагчдыг судалгаа, шинжилгээний ажилд оролцуулах замаар гадаадын тэргүүлэх их сургуулиудын түвшинд хүрэхийг зорьж байна.
 6. Сургалтын арга, зүй технологитоо уламжлалт арга зүйгээс андрогог, хьютоогог зэрэг шинэ багшлахуйн арга зүйд шилжиж, насан туршийн боловсролын бодлогыг хэрэгжүүлэн төгсөгчдөө давтан сургах, дэвшилтэт техник, технологид суурилсан гидрогеологи, инженер геологи, геотехник, геоэкологийн судалгааны аргуудад сургахад чиглэж ажиллаж эхлээд байна.
 7. Төгсөгчидтэйгөө улам нягт хамтран ажиллаж, үйлдвэрлэлд тулгараад байгаа сорилтот асуудлуудад ахисан түвшний суралцагчийн судалгааны ажлаар шийдвэрлэх боломжийг судалж, үйлдвэрлэлийн байгууллагатай хамтран ажиллах, оюутны мэдлэг, ур чадвараас гадна зөөлөн ур чадварыг хөгжүүлэхэд зорьж ажиллах нь бидний зорилго боллоо.

АШИГЛАСАН НОМ, СЭТГҮҮЛ

- [1] Шинжлэх ухаан, технологийн их сургуулийн Түүхэн замнал 50 жил, УБ, 2009
- [2] СнЗ-ийн “Геологи-хайгуулын ажлын талаар авах зарим арга хэмжээний тухай” 234-р тогтоол, 1973
- [3] Сайд нарын зөвлөл ба МАХН-ын Төв Хорооны “Геологи шинжилгээний ажлыг сайжруулах талаар авах арга хэмжээний тухай” 171/112-р тогтоол, 1960
- [4] Д.Оюун, Н.Буянхишиг “Монгол оронд гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн дээд боловсролтой мэргэжилтэн бэлтгэж эхэлсний 45 жилийн түүхэн замнал” Улаанбаатар хот, “Геологи” Геологийн эрдэм шинжилгээ, сургалт, арга зүйн сэтгүүл, № 9, “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” №35. 2018, хууд. 5-34.
- [5] <https://www.meds.gov.mn/post/118712>
- [6] М.Алей. “Гидрогеологи, Инженер геологи, Геоэкологийн салбарын эрдэм шинжилгээний ажил 35 жилд” Улаанбаатар хот, “Геологи” Геологийн эрдэм шинжилгээ, сургалт, арга зүйн сэтгүүл, № 9, “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” №18. 2018, хууд. 21-35.

МОНГОЛЫН ИНЖЕНЕРИЙН-ГЕОЛОГИЙН АЛБАНЫ ҮҮСЭЛ, ХӨГЖИЛ ДЭВШИЛ БА МЭРГЭЖЛИЙН ХАНГАЛТ

О.Балдорж

“Таван үндэс” ХХК
Имэйл: bal_46@yahoo.com

ОРШИЛ

Инженерийн-геологийн судалгааны үүсэх үндэс нь хүн төрөлхтөн байгальтай зохицон амьдрах шаардлагаас үүсэлтэй. Үүнийг хувь хүн өөрөө байгаль орчинтой зохицон амьдрах арга ухааныг эрж хайх, судалж шинжлэх энгийн арга ухаанаас эхлэн геологи орчны шинжлэх ухаан, судалгаа шинжилгээний бодит хэрэгцээ болон өргөжиж ирсэн гэж үзэж болох юм.

Үүнийг Монгол улсын үндсэн хуульд Монгол улсын иргэн . . . аюулгүй орчинд амьдрах, . . . байгалийн тэнцэл алдагдахаас хамгаалуулах эрхтэй гэж тодорхойлсон байна. [1] Энэ хуулийн “аюулгүй орчин”, “байгалийн тэнцэл” -ийн үндэс нь бидний аж төрж амьдарч байгаа геологи орчин гэдгийг инженер-геологичид бид сайн мэднэ. Газар хөдлөлт, газрын нуруулт, гулсалт, суулт, цөмрөлт, хөрс чулуулгийн даац бат бэх чанар, “мөнх” цэвдгийн гэсэлт, суулт, хөрсний шахагдал, хэв гажилт, хөөлт, хагсалт, урсалт, хөрс чулуулаг усны горим, усанд авталт зэрэг геологи орчны “инженер-геологи, геотехник”-ийн бүхий л үзэгдэл үйл явц нь хүний аюулгүй орчинд амьдрах, байгалийн тэнцэл алдагдах үндэс болдог.

Энэхүү геологи орчны аюулт үзэгдэл, гамшгаас урьдчилан сэргийлэх, аюулгүй орчинд аж төрж амьдрах нөхцөлийг бүрдүүлэх судалгаа шинжилгээний ажлыг эрхлэн гүйцэтгэх шаардлага амьдралаас урган гарч үүнийг үе үеийн төрийн бодлого болон тодорхой шийдвэрүүдээр баталгаажиж ирсэн байна.

1960 онд тухайн үеийн Монгол улсын засгийн газар буюу Бүгд Найрамдах Монгол Ард Улсын Сайд нарын Зөвлөлийн 146 дугаар тогтоолоор “Монгол орны нутаг дэвсгэрт баригдаж байгаа төрөл бүрийн барилга байгууламжийн зураг төслийг боловсруулахдаа заавал инженер-хайгуулын судалгааны үндсэн дээр боловсруулж байх” [2] шийдвэр гаргасан байна. Энэ шийдвэрийг Монгол улсад үндэсний инженер-геологийн алба үүсэх эх үндэс тавигдсан гэж үздэг. Энэ бол манай инженер-геологийн албаны үүсэл юм. “Инженер-хайгуул”-ын судалгаа гэдэг нь улс орны нутаг дэвсгэрийн байгаль, физик-газарзүйн нөхцөл, геологи орчныг иж бүрдлээр нь судлах цогц судалгаа.

Үүнд Инженер-геодези, инженер-геологи, инженерийн-гидрогеологи, инженер-сейсмологи, геоэкологи, гүний усны нөөц, усан хангамж, ус зүй, цаг уур, барилгын байгалийн материалын судалгаа зэрэг маш өргөн судалгаа шинжилгээний ажил хамрагдаж байна. Энэ бол инженер-геологичдын, инженер-хайгуулын албаны ирээдүйн үндсэн зорилт юм.

Монгол улсын Барилгын болон хот байгуулалтын хуульд “инженер-хайгуулын судалгаа” гэж хот төлөвлөлт ба барилгын ажил гүйцэтгэхээс өмнө тухайн газрын инженер-геологи, геотехник, гидрогеологи, газар хөдлөлт, байгаль, ус цаг уурын нөхцөл, газрын төлөв байдлыг тогтоох мэргэжлийн үйл ажиллагаа гэж заасан байна.

Би өнөөдөр энэ цогц иж бүрдлээс зөвхөн инженерийн-геологийн судалгааны мэргэжлийн байгууллагын үүсэл, бүтэц, мэргэжлийн бүрэлдэхүүн, хөгжил дэвшлийн талаар тоон болон чанарын үзүүлэлтээр харьцуулан үзүүлэхийг зорьсон юм.

Инженер-геологийн судалгааны ажил бол мөнгөний бизнес биш. Үндсэн хуулинд тусгагдсан хүний аюулгүй геологи орчинд амьдрах, байгалийн тэнцэл алдагдах аюулаас урьдчилан сэргийлэх нөхцөлийг бүрдүүлэхэд маш өргөн хүрээ, олон мэргэжил хамардаг (геологи, гидрогеологи, инженер-геологи, геотехник, геоморфологи, геотектоник, сейсмологи, геофизик, гидрологи, геоэкологи, физик-газарзүй гэх мэт) шинжлэх ухааны цогц судалгаа, туршилт шинжилгээний ажил юм.

Энэ ажлыг орчин үеийн дэвшилтэт техник, багаж хэрэглэлээр, өөрийн болон олон улсын норм дүрэм, стандартын түвшинд мэргэжлийн өндөр ур чадвар эзэмшсэн, дадлага туршлагатай мэргэжилтний иж бүрдэл баг хийх шаардлагатай байдаг.

Би энд манай инженер-геологийн албанд энэ иж бүрдэл баг, машин техник, багаж хэрэгсэл ямар зохион байгуулалтаар, ямар үе шатаар хэрхэн бүрэлдсэн тухай товчхон мэдээлэл өгөхийг зорьсон юм.

САЛБАРЫН ҮҮСЭЛ БА ХӨГЖЛИЙН ҮЕ ШАТ, УЛС НИЙГЭМДЭЭ ОРУУЛСАН ХУВЬ НЭМЭР

Манай ахмад геологич, инженер-геологийн албыг үүсгэн байгуулах бэхжүүлэхийн төлөө өөрийн оюун ухаан, мэдлэг чадвараа зориулж ирсэн С.Должин агсан Монголын инженер-геологийн албаны үүсэл хөгжлийг 3 үе шат болгон авч үзсэн байна.

Нэгдүгээр үе шат: Үүсэн бүрэлдсэн үе шат. БНМАУ-ын Сайд нарын зөвлөлийн 1960 оны 146 тогтоолоор байгуулагдсан “Инженер-хайгуулын хэсэг”-ээс эхлээд 1970 он хүртэлх Монгол улсын үндэсний алба үүсэж бүрэлдэн, судалгаа шинжилгээний ажил явуулах материаллаг баазын эхний суурь тавигдаж, улс ардын аж ахуйн хөгжилд бидний бүтээлч ажлын нэмэр хандив орсноороо чухал ач хологдолтой үе байсан юм”

Хоёрдугаар үе шат: Инженер-геологийн судалгааны материаллаг бааз бэхжиж, ЗХУ-ын болон өөрийн улсын мэргэжилтний хангалтад шинэ баг бүрдэж, судалгааны шинжилгээний аргачлал, норм дүрмийн түвшин сайжирч, өрөмдлөг болон хээрийн ба лабораторийн туршилтын техник, багаж хэрэгсэл, судалгаа шинжилгээний нэр төрөл, иж бүрдэл дээшилсэн, гадаад харилцааны эхлэл тавигдсан, эрдэм шинжилгээ, судалгааны ажлын эхлэл тавигдсан дэвшилт үе юм”

Гуравдугаар үе шат бол Манай инженер-хайгуулын албаны хөгжлийн оргилуун үе байлаа. 1980-1990 онд улсаас үлэмж их хэмжээний хөрөнгө оруулалт хийсэн Улаанбаатар хот болон аймгийн төвүүдийн инженер-геологийн том масштабын зураглал хийсэн, төр засгаас инженер-геологийн албыг мэргэжлийн боловсон хүчнээр хангах талаар олон арга хэмжээ авсны үр дүнд гадаад дотоодын их дээд сургууль, техникум төгссөн мэргэжлийн боловсон хүчнээр хангагдсан, Улсын барилгын төв институтийн Инженер-хайгуулын шинжилгээ, товчоог өргөтгөн Инженер-хайгуулын үйлдвэрлэл шинжилгээний институт болгож шинээр судалгааны шинжилгээ, үйлдвэрлэлийн шинэ нэгжүүд, аймгуудад инженер-геологийн товчоод, цэвдэг судлалын станцууд байгуулсан дээр эдгээр нэгжүүдийн гүйцэтгэж байгаа судалгаа шинжилгээний ажилд мэргэжлийн ахлах зэрэгтэй инженерүүд ажлын норм дүрэм, стандартын хэрэгжилтэд хяналт тавьдаг чанарын удирдлагын тогтолцоонд оруулсан, гадаад дотоодын мэргэжил нэгт

байгууллагуудтай хамтарсан эрдэм шинжилгээний хурал зөвлөгөөн тогтмолжсон нэг үгээр Монголын инженер-геологийн албаны хөгжил дэвшлийн нэгэн үе байлаа” [3] гэж тодорхойлсон.

Н.Должин инженер 1990 оноос хойшхыг зах зээлийн шилжилтийн ба цаашдын өрнөлтийн үеийн эхлэл гэж тодорхойлсон байна. Үнэхээр шилжилтийн үеийг өнгөрөөсөн 2000 оноос хойш манай инженер-геологичид бид хэдэн арван орон сууцны цогцолбор хороолол, орон сууцны 25-60 давхар хүртэл барилга, хэдэн арван үйлдвэр үйлчилгээний барилга, эрчим хүчний чиглэлээр дулааны болон цахилгаан станц, 220-230кВт-ын шугам, хот хоорондын болон орон нутгийн, олон улсын болон цахилгаан станц, 220-230кВт-ын шугам, хот хоорондын, орон нутгийн болон олон улсын зэрэглэлтэй хэдэн зуун км үргэлжлэх урт км авто зам, олон улсын ангиллын дан болон давхар гүүрэн байгууламж, гидротехникийн барилга байгууламжууд (Усан цахилгаан станцууд, томоохон үерийн хамгаалалтын далан, усан сан, хөв цөөрөм гэх мэт), төмөр замууд, нефтийн үйлдвэр, төрөл бүрэн хийн болон цэвэр усны шугам хоолойнууд зэрэг урд өмнө хийж байгаагүй олон арван барилга байгууламжийн инженер-геологи, геотехникийн иж бүрдэл судалгааг гадаад дотоодын хөрөнгө оруулагчид, зураг төсөл зохиогчдын захиалга даалгавраар өөрийн болон олон улсын норм дүрэм, стандартын түвшинд гүйцэтгэсний дээр улсын захиалгаар Улаанбаатар хот болон түүний дагуул хотууд, аймаг сумдын төвийн шинэчилсэн болон өргөтгөсөн ерөнхий төлөвлөгөөнд оруулсан том масштабын зураглал, аймгуудыг газар хөдлөлтийн бичиж мужлалд зориулсан инженер-геологийн судалгаа, цэвдгийн, суулттай ул хөрсний чиглэлээр олон арван хэмжилт туршилт зэрэг бусад олон төрлийн судалгаа, туршилт шинжилгээний ажил гүйцэтгэж байгаа нь манай инженер-геологийн алба, инженер-геологичдын улс орныхоо хөгжил, дэвшилд ямар, хэр хэмжээний үүрэг хариуцлага хүлээж, ямар хувь нэмэр оруулж байгаагийн тод жишээ юм.

Хүснэгт 1. Монголын инженер-геологийн албаны үүсэл хөгжлийн бүтэц зохион байгуулалт

Он	Бүтцийн нэр	Үндсэн нэгжүүд						
1960	Барилгын материалын лабораторийн “Инженер-хайгуулын хэсэг”	Инженер-геологийн хэсэг	Хөрсний лабораторант					
1970	Улсын барилгын зургийн институтийн “Инженер-хайгуулын групп”	Инженер-геологийн хэсэг	Хөрсний лаборатори	Өрөмдлөгийн хэсэг				
1980	Улсын барилгын зургийн төв институтийн “Инженер-хайгуулын товчоо”	Инженер-геологийн групп	Хөрс химийн лаборатори	Өрөмдлөг техникийн групп	Аймгуудын дэргэдэх ИГ-ийн товчоод			

1985	Барилгын инженер-хайгуул үйлдвэрлэл шинжилгээний институт	Үйлдвэр техникийн хэлтэс	Инженер-геологийн групп-2	Буурь суурь, ЭШ-ий сектор	Хөрс химийн лаборатори	Өрөмдлөг техникийн групп	Аймгийн ИГ-ийн товчоод-4	Цэвдэг судлалын станцуул-3
1990	Барилгын инженер-хайгуулын үйлдвэрлэл, эрдэм шинжилгээний төв	Төвийн захиргаа аж ахуй	Инженер-геологийн Пүүс, ХХК-ууд	Хөрсний лаборатори	Өрөмдлөг техникийн ХХК	Аймгийн товчоод орон нутагт шилжиж, цэвдэг судлалын станцуудын ажил зогссон		
1995	Барилгын инженер-хайгуулын “Их үүсгэл” Хувьцаат компани	ХК-ий захиргаа аж ахуй	Инженер-геологийн ХХК-8-9	Хөрсний лаборатори-2-3	Өрмийн болон үйлчилгээний машинууд ХХК-уудад шилжсэн			
2000	Барилгын инженер-геологийн ХХК-ууд 2023 оны байдлаар 33 байна	Инженер-геологийн хэсгүүд	Хөрсний лаборатори-ууд	Гидрогеологийн хэсэг	Геодезийн хэсэг	Компаниуд өөрсдийн дотоод зохион байгуулалтай бусад нэгжүүдийг өөрсдөө шийдэх болсон		

Хүснэгт 2. Инженер геологийн албаны мэргэжлийн бүтэц, инженерийн туслах ажилтны тоон үзүүлэлт

Он	Бүтцийн нэр	ИТА-ын тоо		
		Инженерүүд	Өрмийн мастер	Бүгд
1960	Инженер-хайгуулын хэсэг	5	2	7
1970	Инженер-хайгуулын групп	27	5	32
1980	Инженер-хайгуулын товчоо	55	10	65
1990	Инженер-хайгуул үйлдвэрлэл шинжилгээний институт	133	18	141
2000	Барилгын инженер-геологийн ХХК-ууд	53	12	65
2010	Барилгын инженер-геологийн ХХК-ууд	81	28	109
2023	Барилгын инженер-геологийн ХХК-ууд	109	45	154
		Үүнээс	Зөвлөх инженер	15
			Мэргэшсэн инженер	38
			Эрдэмтэн	3

			Эрэгтэй	57
			Эмэгтэй	52

Тайлбар: Дээрх тоонд зөвхөн гидрогеологич, инженер-геологич, геоэкологич инженерүүд орсон бөгөөд захиргаа, аж ахуй, үйлчилгээний ажилтан албан хаагчид болон бусад мэргэжлийн хүмүүс ороогүй.

ӨНӨӨДРИЙН АЛБАНЫ ТЕХНИКИЙН ХҮЧИН ЧАДАЛ

1. Инженер-геологи, геотехникийн зориулалттай өрөмдлөгийн машин -60
2. Хөрсний инженер-геологи, геотехникийн итгэмжлэгдсэн лаборатори – 4
3. Хөрсний инженер-геологийн бусад лаборатори – 9 ажиллаж байна.

МЭРГЭЖЛИЙН ИНЖЕНЕРҮҮДИЙН БЭЛТГЭЛ, ХАНГАЛТ

Манай инженер-геологийн албаны анхны 7 мэргэжилтний нэг нь л Инженер-геологич мэргэжилтэй хүн байсан. Тусмаа хуучнаар Зөвлөлт холбоот улсын Москвагийн Их Сургуулийг инженер-геологич, гидрогеологич мэргэжлээр төгссөн монголын анхны инженер-геологич, анхны доктор Г.Лхан-Аасүрэн гэдэг хүн байлаа. [3] Энэ хүн Монголын инженер-геологийн албаны анхны үндэс суурийг тавьж даргаар нь ажилласан түүхтэй.

1979 он хүртэл ашигт малтмалын геологийн хайгуул, зураглалын инженер, газарзүйн мэргэжилтэн, агрономын хөрс судлаач лаборант мэргэжлийн хүмүүс ажиллаж байлаа. Энэ хугацаанд хуучнаар Зөвлөлт холбоот улсад инженер-геологийн мэргэжлээр Ч.Баатар, Б.Клара нарын 2 инженер 1969 онд төгсөж ирсэн байна. 1979 онд Монгол улсын их сургуулийн дэргэдэх Политехникийн дээд сургуулийг гидрогеологич, инженер-геологич мэргэжлээр төгссөн анхны 4 инженер-геологич О.Балдорж, Д.Дашням, Л.Энхтуяа, Д.Сүхээ нар Улсын барилгын зургийн төв институтийн дэргэдэх Инженер-хайгуулын товчоонд хуваарилагдан ажилласан цаг үеэс монголын инженер-геологийн албанд үндэсний их дээд сургууль төгссөн инженерүүд ажиллаж эхэлсэн түүхтэй. Энэ цаг үеэс Монголын үндэсний инженер-геологичдыг бэлтгэсэн түүх бичигдэж эхэлсэн түүхтэй.

Өнөөдрийн байдлаар Инженер-геологийн тусгай зөвшөөрөлтэй нийт 35 компани ажиллаж байна. Нэг компанид доод тал нь 1-3 инженер дутагдалтай байгааг үндэслэн тооцож үзвэл доод тал нь 35 инженер, дээд 60-70 гидрогеологич, инженер-геологич, геоэкологич инженер дутагдалтай байна. Тогоор нь яривал манай инженер-геологийн компаниуд инженер-геологийн мэргэжилтний хомсдолтой байна.



Зураг 1. Мэргэжлийн инженерийн төгсөлт ба ажиллагсдын тоо хувиар харуулав.

Зураг 1. харахад төгсөлт болон мэргэжлээрээ ажиллагчийн харьцаа тодорхой харагдаж байна [4].

Улс орны маань хөгжил, бүтээн байгуулалт, шинэ хот, хороолол, суурин газрууд олноор байгуулагдаж байгаа энэ нөхцөлд үүнээс олон мэргэжилтний хэрэгцээ бий болох гэрэлт ирээдүй бидний өмнө байна.

Инженер-геологи, геотехникийн судалгаа, туршилт шинжилгээний ажлыг орчин үеийн дэвшилтэт техник технологиор, мэргэжлийн өндөр ур чадвар эзэмшсэн, дадлага туршлагатай мэргэжилтний иж бүрдэл баг хийх шаардлагатай байна.

Үүний тулд энэ олон төрлийн шинжлэх ухааны онолын мэдлэг, орчин үеийн олон улсын дэвшилтэд техник технологи, багаж хэрэгсэл, стандартын талаар зохих суурь мэдлэг эзэмшсэн, олон улсад мэргэжлээрээ өрсөлдөж чадвартай, хүлээн зөвшөөрөгдсөн мэргэжилтэн бэлтгэх, ийм мэргэжилтэн жинхэнэ мэргэжлийн чинь сэтгэлтэй, сонирхолтой, халуунаас айхгүй, хүйтнээс халшрахгүй тийм мэргэжилтэн бидэнд ус агаар шиг хэрэгтэй байна.

Монгол улсад гидрогеологич, инженер-геологич, геоэкологич мэргэжлийн үндэсний инженер бэлтгэж эхэлсэн энэ он жилүүдэд энэ сургуулийн алтан босгыг алхаж орсон ардын үр хүүхдүүдэд энэ гайхамшигт мэргэжлийг зааж сургаж, эзэмшүүлэхийн төлөө өөрийн хүч чадал, оюун ухаан, эрдэм мэдлэг, эцэг эхийн хайр халамжаа сэтгэл харамгүй зориулж ирсэн эрхэм багш, эрдэмтдэдээ бүх үе үеийн инженер-геологичдын өмнөөс чинь сэтгэлийн баяр талархлаа өргөн дэвшүүлж, эрүүл энх сайн сайхныг хүсэж эрдэм номын дуусашгүй их ундарга үе үедээ үргэлжлэн ундарч байхын ерөөе.

ДҮГНЭЛТ

1. Монголын улсын Инженер-геологийн албаны үүсэл, хөгжил түүхэн замнал нэгэн жаран өнгөрч байна. Энэ хугацаанд үүсэл хөгжил нь улс орны нийгмийн

тогтолцоо ба бүтээн байгуулалтын хэд хэдэн үе шат дамжин хөгжиж ирсэн түүхтэй.

2. Монгол улсын үндсэн хуульд Монгол улсын иргэн . . . аюулгүй орчинд амьдрах, . . . байгалийн тэнцэл алдагдахаас хамгаалуулах эрхтэй гэж тодорхойлсон байна. [1] Энэ хуулийн “аюулгүй орчин”, “байгалийн тэнцэл” -ийн үндэс нь бидний аж төрж амьдарч байгаа геологи орчин гэдгийг инженер-геологичид бид сайн мэднэ.
3. Үндсэн хуульд тусгагдсан хүний аюулгүй геологи орчинд амьдрах, байгалийн тэнцэл алдагдах аюулаас урьдчилан сэргийлэх нөхцөлийг бүрдүүлэхэд маш өргөн хүрээ, олон мэргэжил хамардаг (геологи, гидрогеологи, инженер-геологи, геотехник, геоморфологи, геотектоник, сейсмологи, геофизик, гидрологи, геоэкологи, физик-газарзүй гэх мэт) шинжлэх ухааны цогц судалгаа, туршилт шинжилгээний ажил юм.
4. Энэ ажлыг орчин үеийн дэвшилтэт техник технологи, багаж хэрэглэл, стандартаар өөрийн болон олон улсын норм дүрэм, стандартын түвшинд мэргэжлийн өндөр ур чадвар эзэмшсэн, дадлага туршлагатай, олон улсад мэргэжлээрээ өрсөлдөх чадвартай, хүлээн зөвшөөрөгдсөн мэргэжилтний иж бүрдэл баг хийх шаардлагатай болж байна. Энэ бол Инженер-геологичдын туйлын зорилт юм.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Монгол улсын үндсэн хууль (10 дугаар зүйл) Улаанбаатар хот, 1992
- [2] Монгол Ард Улсын Сайд нарын Зөвлөлийн 146 дугаар тогтоол. Улаанбаатар хот, 1960
- [3] Должин.С, Монгол улсын барилгын инженер-геологийн албаны түүхэн замнал. Улаанбаатар хот, 2011
- [4] Батсүх.Н, Миний босгосон оюунлаг суварга. Улаанбаатар хот, 2017

ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН САЛБАРЫН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ, ГЕОЭКОЛОГИЙН СУДАЛГАА, ХЭРЭГЦЭЭ

Х.Баярхангай*. Д.Одонтуяа**

**Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яам, Геологийн бодлогын газар*

***Үндэсний геологийн алба*

Имэйл: odo3838@gmail.com

ОРШИЛ

Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яамны үйл ажиллагааны салбарын хууль тогтоомжийн бодлого, хөтөлбөрийн хувилбар боловсруулах бодлогын шинжилгээ хийх, бодлогын удирдамжаар хангах стратегийн хүрээнд нь Геологийн салбарт Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн геологийн тогтоц, бүтэц, ашигт малтмалын тархалтын зүй тогтлыг тогтоох, геологийн шинжлэх ухааны сэдэвчилсэн судалгаа, зураглал, эрлийн ажлыг гүйцэтгэх; Уул уурхайн салбарт Ашигт малтмалын ордуудыг олборлох, баяжуулах үйлдвэрүүдийн үйл ажиллагааг зохицуулах болон ил тод, хариуцлагатай уул уурхайг хөгжүүлэх бодлогын удирдамжаар хангах; Түлш, газрын тосны салбарт Газрын тос болон уламжлалт бус газрын тосны эрэл, хайгуул, ашиглалтын үйл ажиллагаа, газрын тосны бүтээгдэхүүний хангамжийн тогтвортой байдлыг хангах бодлогыг төлөвлөх; Хүнд үйлдвэрийн салбарт Хар ба өнгөт төмөрлөгийн болон машин байгууламж, металл хийцийн үйлдвэрлэлийг хөгжүүлэх, нэмүү өртөг шингэсэн бүтээгдэхүүний сүлжээг бий болгох; Газрын тос, уламжлалт бус газрын тосны салбарт хайгуулыг эрчимжүүлэх, нөөц бэлтгэх, боловсруулах үйлдвэр, нүүрсийг хагас, гүн боловсруулах үйлдвэр, химийн үйлдвэр байгуулах, бүтээгдэхүүний дотоод, гадаад зах зээлд борлуулах зэрэг болно.

"Алсын хараа-2050" Монгол улсын урт хугацааны хөгжлийн бодлогын 4.2.24-т Геологийн судалгааны ажлыг эрчимжүүлж, дунд, урт хугацаанд эдийн засгийн өсөлтийг хангах эрдэс баялгийн нөөцийг нэмэгдүүлнэ гэж тусгагджээ.

Газрын хэвлийн тухай хуулийн 51 дүгээр зүйл, Газрын хэвлийн ашиглалт, хамгаалалт геологийн судалгаанд тавих төрийн хяналтын зорилтын 2-т "Газрын хэвлийн геологийн судалгаанд төрийн хяналтыг харьяалал харгалзахгүйгээр тавих бөгөөд түүний зорилт нь холбогдох аж ахуйн нэгж, байгууллагаас геологийн зураглал, эрэл, хайгуул, гидрогеологи, инженер-геологи, геофизик, геохимийн болон газрын хэвлийн геологийн судалгааны бусад ажлыг зохих ёсоор үр ашигтай гүйцэтгүүлэхэд оршино".

Ашигт малтмалын тухай хуулийн 111 дүгээр зүйл. Үндэсний геологийн албаны чиг үүрэг: 11.1.1. Монгол Улсын нутаг дэвсгэр дээр геологи, геофизик, геохими, гидрогеологи, геоэкологийн зураглал, судалгаа, шинжилгээ хийх тухай тус тус заасан байдаг.

ГЕОЛОГИЙН СУДАЛГАА

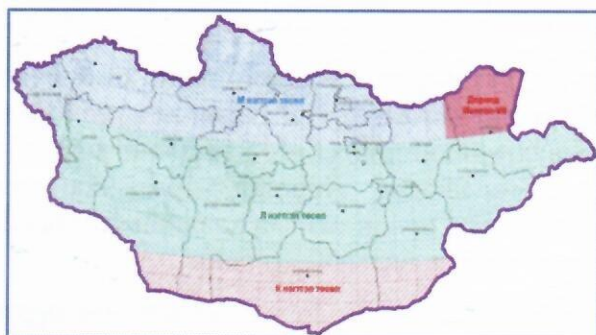
Үндэсний Геологийн Албанаас 2023 оны 09 дүгээр сарын байдлаар Улсын төсвийн хөрөнгөөр Монгол улсын хэмжээнд геологийн төрөл бүрийн масштабын геологийн судалгаа, сэдэвчилсэн судалгааны чиглэлээр хэрэгжиж байгаа 71 төсөл хэрэгжүүлэн ажиллаж байгаа бөгөөд 2019 онд 23.7, 2020 онд 20.2, 2021 онд 24.3, 2022 онд 26.6, 2023 онд 4.1 тэрбум төгрөгийн санхүүжилтийг эдгээр төслийг гүйцэтгэхэд зарцуулагдаад байна (зураг 1).



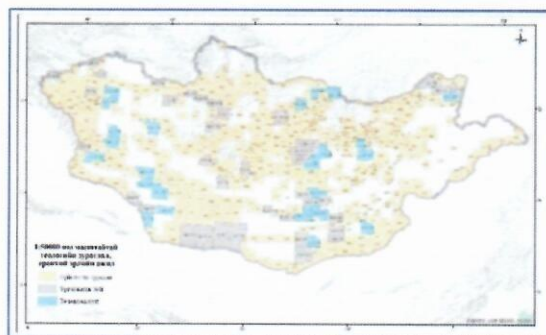
Зураг 1. Улсын төсвийн хөрөнгөөр Монгол улсын хэмжээнд геологийн төрөл бүрийн масштабын геологийн судалгаа, сэдэвчилсэн судалгааны чиглэлээр хэрэгжиж байгаа төслийн санхүүжилт

СУУРЬ СУДАЛГАА

Улсын хэмжээнд хийгдэж байгаа геологийн иж бүрдэл судалгааны ажлыг явуулахад хүрээлэн буй суурь гео орчны нөхцөлийг үнэлж, экологи-геологийн судалгааг хийсний үндсэн дээр зохиогдож байгаа зургууд нь геоэкологийн төрөлжсөн судалгааны үндсэн суурь болно. Энэ хүрээнд МУ-ын нутаг дэвсгэрийг УГЗ-200 төслийн хүрээнд 1:200000-ны масштабтайгаар геологийн зургийг шинэчилсэн төслүүд үе шаттайгаар хийгдэж байдаг бөгөөд энэхүү иж бүрдэл зурагт геоэкологийн зураг нэг төрөл зураг болон зохиогдож байна (Зураг 2, 3).



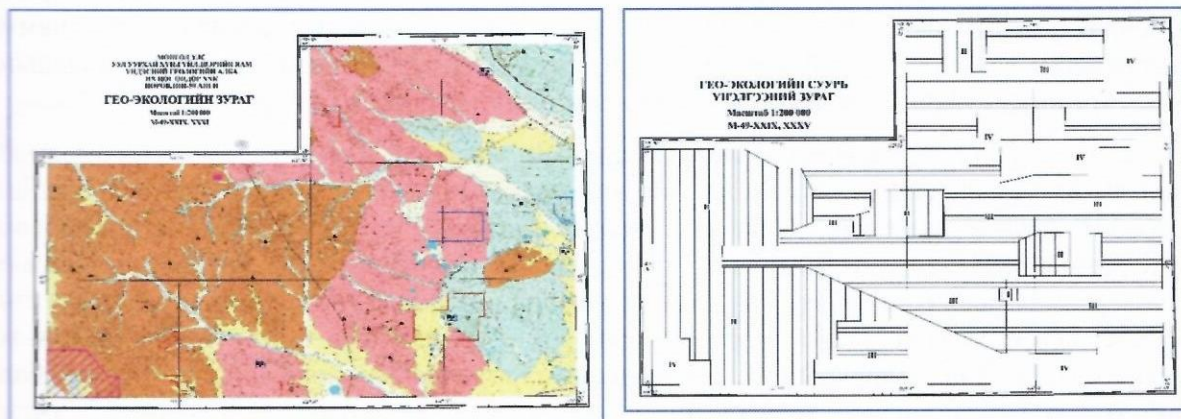
Зураг 2. 1:200 000-ны масштабын улсын геологийн зураг нэгтгэх төслийн картограмм



Зураг 3. 1:50000-ны масштабын геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын картограмм

Мөн 1:50000-ны масштабтай ГЗЕЭА-ын төслүүдээр МУ-ын нутаг дэвсгэрийн 47% бүрхсэн байдаг. Талбайн зураглалын үед геоэкологийн судалгааг хавсран гүйцэтгэж, үнэлгээг хийж байна. Энэхүү зураглалын ажлыг “1:50000-ны масштабын геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлыг хийх заавар, тавих шаардлага”-д заасан геоэкологийн судалгаа хийх тухай заалтын дагуу нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийж байна. МУ-ын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийгдсэн эдгээр геологийн шинжлэх ухааны суурь судалгаа

хийгдсэнээр геоэкологи, гидрогеологийн судалгааг цаашид төрөлжүүлэн хийх үндсэн суурь нөхцөл нь бүрдсэн гэж үзнэ (Зураг 4).



Зураг 4. 2016-2020 онд гүйцэтгэсэн 1:50000-ны масштабын геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын Норовлон-50 төслийн судалгааны үр дүнд тайланд орсон зураг.

Геоэкологийн судалгаа

Үндэсний геологийн албаны чиг үүргийн хүрээнд хуульд заасны дагуу геоэкологийн судалгааг шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр хийх зорилт тавин ажиллаж байгаа бөгөөд судалгаанд зориулсан төсөв, төлөвлөлтийг урт дунд хугацаанд төлөвлөн хийж гүйцэтгэж ирсэн.

Хүснэгт 1. Геоэкологийн судалгааны төсөл хийгдсэн талбайн хэмжээ, төсвийн дүн (2010-2023 он)

№	Төслийн нэр	Гүйцэтгэх он	Төсвийн дүн. ₮	Талбайн хэмжээ км.кв
1:200000-ны масштабтай геоэкологи-гидрогеологийн зураглал				
1	Өмнөд говь	2010-2013	199849.152	64748.3
2	Өмнийн говь	2012-2014	282428.85	70565.5
		Нийт	482278.002	135313.8
1:25000-ны масштабтай геоэкологи, гидрогеологийн зураглал				
3	УБ-геоэкологи-2017	2017-2019	1,449,994,220.00	4707.4
4	Эр-геоэкологи-2019	2019-2022	999,983,488.00	1945.03
5	Да-геоэкологи-2020	2020-2023	997,928,990.00	2605.7
6	Ховд-геоэкологи-2021	2021-2023	798,573,195.00	1978.0
		Нийт	4,246,479,893.00	11236.13
Сэдэвчилсэн судалгаа				
7	Гүний хагарал-1	2021-2023	1,991,426,806	602964.0
8	Гео Орчин-2022	2022-2024	2,996,450,815	52659.0
		Нийт	4,987,877,621	655623.0

Хүснэгт 1-ээс харахад геозкологийн судалгааны ажлын төсөв, тоо хэмжээ нийгмийн хөгжил бүтээн байгуулалттай холбоотойгоор жил бүр нэмэгдэж байгааг харж болно. Шинээр хэрэгжиж байгаа төслүүдэд геологийн болон гео орчин, геозкологийн салбарын шинжлэх ухааны ололт, олон улсад ашиглагдаж байгаа туршлага, аргачлал, программ хангамжийн дэвшил бидний хэрэгжүүлсэн төслүүдэд тусаж, цаашид арга аргачлалын хувьд хөгжиж, судалгааны чанар үр дүнд ахиц дэвшил гарсаар байна.

Эдгээр төслүүдийг гүйцэтгэхэд салбарын судлаач, инженер, мэргэжилтнүүдийн оролцоо маш чухал үүрэг гүйцэтгэж байгааг онцлон дурдах нь зүйтэй. Монгол улсын Төрийн соёрхолт Зөвлөх инженер, Шинжлэх ухааны доктор, дэд профессор, гидрогеологич Н.Жадамбаа хамтран ажиллагч залуу боловсон хүчнийг сургах, дадлагажуулах, заавар боловсруулах ажил гар бие оролцон геозкологийн төслийн цаашид үргэлжлүүлэн хэрэгжүүлэхэд үнэтэй хувь нэмэр оруулсан эрхэм хүндэт хүн билээ. Мөн өөрийн эх оронд бэлтгэгдсэн гидрогеологи, геозкологи мэргэжлийн боловсон хүчин тухайлбал доктор А.Түвдэндорж, мэргэшсэн инженер Л.Шинэцэцэг Д.Энхмаа зэрэг инженерүүдийг дурдаж болно.

А. Дунд масштабын геозкологийн судалгаа.

Геозкологийн судалгааг хийснээр байгалийн болон техноген үйл ажиллагаагаар үүсэн бий болж буй үйл явц нь геологи орчинд нөлөөлөх нөлөөллийг судлах, ашигт малтмалын эрэл, хайгуул, олборлолтыг хүн байгальд ээлтэй, тогтвортой явуулах замаар монгол хүний нийгмийн тогтвортой хөгжлийг хангах, хөрөнгө хүчийг хэмнэлттэйгээр зарцуулах, геологи, гидрогеологи, геозкологийн шинжлэх ухаан, үйлдвэрлэлийг зөв зохистой хөгжүүлэх, геозкологийн зураглалын үр дүнг ашигт малтмалын хайгуул, ашиглалтын тусгай зөвшөөрөл олгоход харгалзан үзэх зэрэг үйл ажиллагаанд ашиглагдах тул дунд масштабын геозкологийн судалгааг хийх зорилго тавьж ажилласан. Энэхүү зорилтын хүрээнд 2010-2012 онд “Өмнийн говь” төслийн хүрээнд Дорноговь аймгийн Өргөн, Эрдэнэ, Хөвсгөл, Хатанбулаг, Сайхандулаан, Мандах, Улаанбадрах, Сайншанд, Замын-Үүд сумдыг хамарсан 64748.3 км² талбайд 1:200 000-ны масштабын гидрогеологи-геозкологийн зураглалын ажил хийгдсэн. Тус ажлаар судалгааны талбайн хэмжээнд нийтдээ 1531ш уст цэг болон 900 орчим геозкологийн холбогдолтой цэгийн байршлыг тогтоож, гидрогеологи, геозкологийн бичиглэлийг хийж, 560ш усны, 65ш хөрсний дээжийг суурин лабораторийн шинжилгээнд өгч шинжлүүлсэн, мөн 83ш гар худагт 454 цагийн сорилын шавхалт хийж, 360ш физик цэгт босоо бүсчлэлийн цахилгаан хайгуулын хэмжилт хийсэн ба 12ш уст цэгийн усны түвшинд нэг бүтэн жилийн туршид байнгын ажиглалт явуулсан ба 15 листийн хэмжээнд гидрогеологи, геозкологийн зураг зохиосон байдаг. Төслийн үр дүнд судалгаанд хамарсан хэсэг буюу Сайншанд хот, Зүүнбаян тосгон, Замын-Үүд, Өргөн, Эрдэнэ, Улаанбадрах, Хөвсгөл, Хатанбулаг, Мандах, Сайхандулаан сумын төвүүдийн усан хангамжийн өнөөгийн байдалд үнэлгээ өгч, цаашид тэдгээрийн усан хангамжийн нөхцөлийг сайжруулах, эрдэсжилт, хатуулаг болон фторын агууламж өндөртэй ус хэрэглэгчдэд усыг цэвэршүүлэх, фторын хэмжээг бууруулагч тоног төхөөрөмжүүдийг суурилуулах, цаашид гидрогеологийн хайгуул судалгаа хийх талбайн талаар урьдчилсан байдлаар, мөн түүнчлэн суурин газар, автозам, мал аж ахуй, цөлжилт, уул уурхайтай холбоотойгоор өмнө байсан болон шинээр үүсэн бий болж буй техноген нөлөөллийг үнэлж санал, зөвлөмж өгсөн.

Энэхүү төслийг хэрэгжүүлэх үед дээрх судалгааны заавар арга аргачлал боловсруулах шаардлага гарсан тул 2012 онд “Дунд масштабын геозкологийн зураглал хийх заавар, арга аргачлал”-ыг боловсруулсан бөгөөд уг зааварт одоогийн хүчин төгөлдөр мөрдөгдөж байгаа “Монгол Улсын 1:200000-ны масштабын номенклатурын хавтгайн *Улсын геологийн иж бүрдэл зураг (УГЗ-200)* зохиох, хэвлэлтэд бэлтгэх заавар болон “Монгол

улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд 1:50000-ны масштабын геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлыг хийх заавар, тавих шаардлага” заавар гол тулгуур материал болсон.

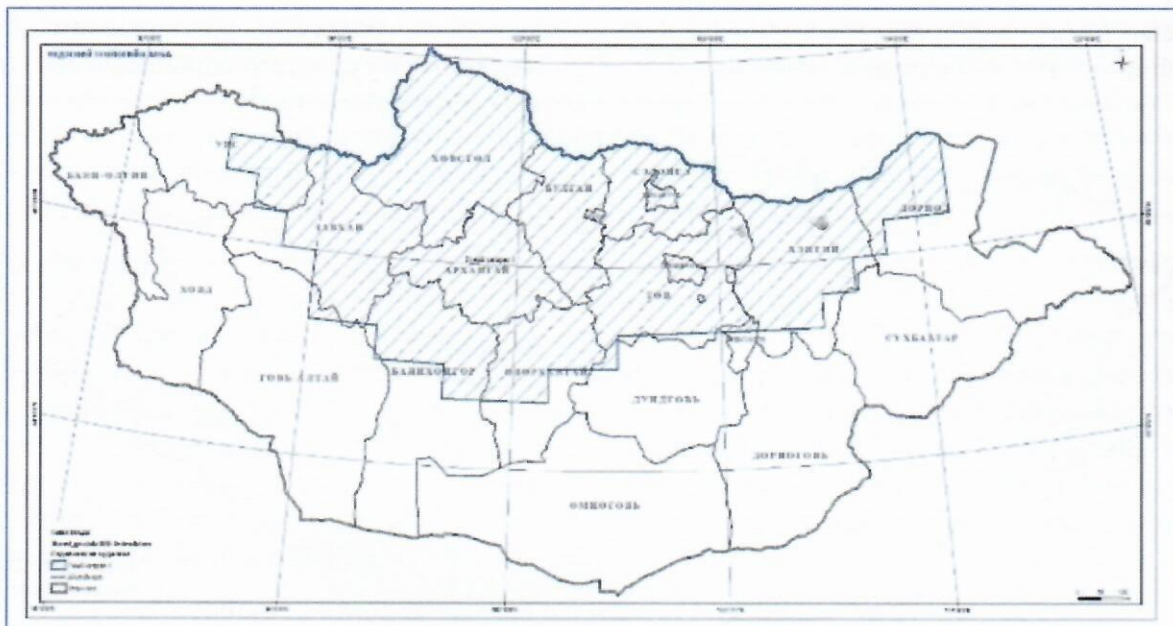


Зураг 5. 2010-2014 онд хэрэгжсэн 1:200000-ны масштабын гидрогеологи-геоэкологийн зураглалын “Өмнийн говь”, “Өмнөд говь” төсөл.

Дунд масштабын геоэкологийн судалгааны төслийг үргэлжлүүлэн 2012-2014 онд “Өмнөд говь” төслийн хүрээнд Өмнөд говийн бүсийн Баян-Овоо, Даланзадгад, Ханбогд, Номгон, Хүрмэн, Манлай сумдын нутгийг хамарсан 70565.56 кв.км талбайн 1:200000-ны масштабын гидрогеологи-геоэкологийн зураглалын ажил хийгдсэн (зураг 5). Төслийн ажлын хүрээнд судалгаанд хамрагдсан нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд 1839ш уст цэг болон 800 орчим геоэкологийн холбогдолтой цэгийг тэмдэглэн, 650ш усны, 75ш хөрсний, 7ш агаарын дээжийн үр дүнд боловсруулалт хийн, мөн 135ш гар худагт 540 цагийн сорилын шавхалт хийж, судалгааны талбайн төвийн хэсэгт хойноос урагшаа чиглэлтэй нэг шугамын дагуу 200ш физик цэгт босоо бүсчлэлийн цахилгаан хайгуулын болон соронзон хэмжилт хийсэн ба 9ш уст цэгийн усны түвшинд нэг бүтэн жилийн туршид байнгын ажиглалт явуулан 14 листийн хэмжээнд гидрогеологи, геоэкологийн зураг зохиосон байдаг. Энэхүү ажлын үр дүнд судалгаа явуулсан орон нутгийн хөгжлийн чиг хандлагыг үндэслэн хүн ам, уул уурхай, хөдөө аж ахуйн ойрын болон алс хэтийн усны хэрэгцээг хангах боломжийн талаар санал, зөвлөмжүүдийг боловсруулсан ба геологи орчинд байгалийн болон хүний үйл ажиллагааны сөрөг нөлөөллийн чиг, хандлага, эрчим, ямар байгааг тодорхойлж, түүнийг арилгах, саармагжуулах арга замын талаар санал, зөвлөмж өгсөн.

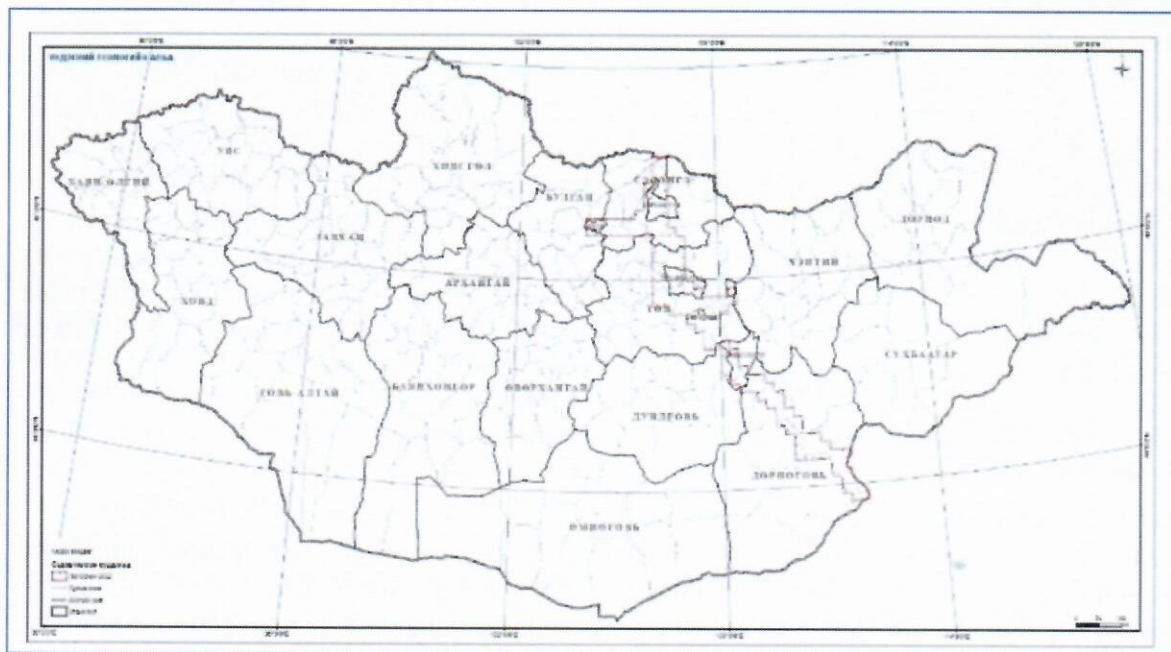
Б. Сэдэвчилсэн судалгаа

Зураг 6-д төсөл нь 2021 оноос хэрэгжиж байна. Монгол улсын төв болон хойд хэсэг Хангай, Хэнтий, Хөвсгөлийн уулархаг мужид 602964,0 км.кв талбайд хамрагдсан нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд өмнөх судалгааны ажлуудаар тогтоогдсон гол идэвхтэй хагарлуудыг бүрэн зураглаж, тэдгээрийн палеосейсмийн судалгааг явуулснаар хагарлын идэвхжилийг тогтоож, газар хөдлөл болон түүнтэй хам хөгжилтэй геологийн процессуудад урьдчилан аюулын үнэлгээ хийснээр хүн амын, эрүүл аюулгүй орчин амьдрах нөхцөлийг хангахад чиглэгдэнэ.



Зураг 6. 2021-2023 онд хэрэгжих Гүний хагарал-1 төслийн талбайн зураг

Энэхүү судалгаагаар идэвхтэй хагарлуудын дагуу болон тухайн бүс нутагт тогтоогдсон рашаан усны судалгааг хийж, цаашид геотерм, амралт-сувилал, эрүүл мэнд, аялал жуулчлалын чиглэлээр хөгжүүлэх боломж бүрдэнэ. Иймд 2021-2023 онд хэрэгжих уг төслийг үр дүнтэй гүйцэтгэх, мэдээллийн санг харилцан уялдаатай бүрдүүлэх, төслийн үр дүн нь бусад салбарт өргөн хэрэглэгдэхээр боловсруулах зорилгоор хийгдэх бөгөөд төсөл нь Төв болон Хойд монголын голлох хагарлын судалгаа, Газар хөдлөл, геофизик, Гидрогеологи-халуун рашаан судлал, Экологи, Биологи, Эрүүл мэнд, Аялал жуулчлал гэсэн 4 дэд төсөл хэлбэрээр хэрэгжүүлэхээр төлөвлөн ажиллаж байна.



Зураг 7. Гео-орчин-2022 төслийн талбайн зураг

Зураг 7-д төсөл нь Монгол Улсын босоо тэнхлэгийн дагуух суурьшил, уул уурхай болон дэд бүтцийн бүтээн байгуулалт явагдаж буй болон хилийн боомт орчмын нутагт Босоо

тэнхлэгийн төв зам, дэд бүтцийн дагуу 52659 км² зурваст гүйцэтгэгдэнэ. Зарим суурьшлын бүсийг эс тооцвол Босоо тэнхлэгийн бүсийн хэмжээнд өмнө нь томоохон цогц экосистемийн судалгаа хийгдээгүй байна. Иймд тухайн бүсийн талбайд гидрологи, гидрогеологийн өнөөгийн байдал, геоморфологи-ландшафтын нөхцөл байдалд гарч буй байгалийн болон хүний үйл ажиллагаатай холбоотой хувьсал өөрчлөлтийг судлах, тектоникийн ялангуяа газар хөдлөлийн болон гео-гамшиг/геогазард/-ийн өнөөгийн нөхцөл, дэд бүтцийн томоохон бүтээн байгуулалтыг даган бий болох өөрчлөлт, одоо байгаа болон ирээдүйд хөгжих суурьшлын бүсүүдэд геоэкологийн суурь үнэлгээ өгөх, өндөр стандартын түүхий эд шаардагдах томоохон бүтээн байгуулалт /даацын зам, төмөр зам, цахилгаан станц зэрэг/ байгуулахад хэрэглэгдэх барилгын түүхий эдийг судлах, баялгийг үнэлэх, мэргэжлийн чиглэлийн зөвлөмж гаргах цогц судалгааг хийх шаардлагатай. Төслийг хэрэгжүүлснээр тухайн бүс нутагт геоэкологийн эрсдэлийн зэрэглэл тогтоож, ирээдүйд гадаргын болон газрын доорх усны нөөц баялаг, эх үүсвэрт нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийг тогтоож, түүний хэрэглээг тодорхойлох, суурьшлын бүсийн тэлэлттэй холбоотойгоор геосистемд нөлөөлөх байгалийн болон антропоген (хүний хүчин зүйл) хүчин зүйл, хүрээлэн буй орчны хувьсал өөрчлөлтүүдийг судалгааны гол объект болгон улмаар газрын гадаргуугийн хөгжлийн ойрын болон хэтийн төлөвийг тодорхойлж, цогц үнэлгээ өгөхийг зорино.

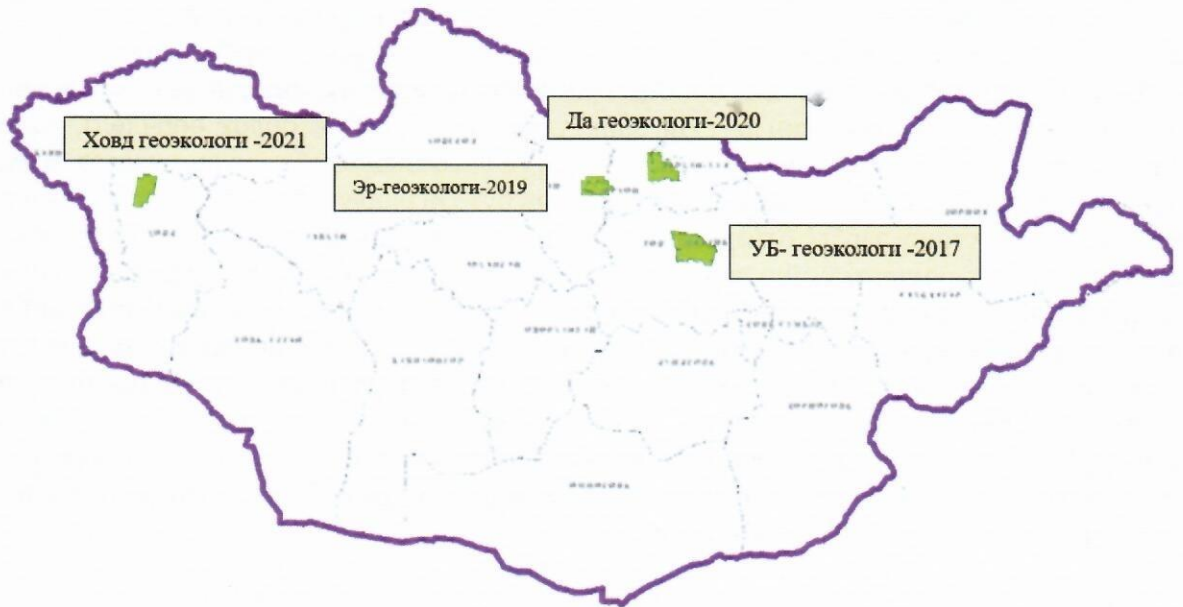
В. Төв суурин газрын геоэкологийн судалгаа

Монгол улсын хүн амын суурьшил, эдийн засаг, нийгмийн хүрээнд голлох байр суурьтай хотуудад тодорхой хугацааны давтамжтайгаар геоэкологи, гидрогеологийн судалгааг хийхээр төлөвлөн ажиллаж ирсэн байдаг. Тухайлбал жил бүр өсөн нэмэгдэж байгаа хүн амын нягтаршил үүнтэй холбоотойгоор үүсэн бий болж буй хүндрэл нөхцөлүүдээс үүдэн төв суурин газрын геоэкологийн судалгааг хийж ирсэн байдаг. Хийгдсэн судалгааг он дарааллаар харвал:

1. 1993 онд Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн 265 км² талбайг хамарсан инженер-геологи, гидрогеологи, экологийн сэдэвчилсэн судалгаа,
2. 1995 онд Улаанбаатар хотын экологийн геохимийн судалгаа.
3. 2005 онд Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэр болон зэргэлдээх зарим дүүргийн бүс нутгийн 4500 км² талбайг хамарсан хэсэгт геоэкологийн региональ судалгаа
4. 2017-2019 онд Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэр буюу Багануур, Багахангай, Баянгол, Баянзүрх, Налайх, Сонгинохайрхан, Хан-Уул, Чингэлтэй дүүргийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд 4707.4 км,кв талбайд геоэкологи, гидрогеологийн судалгаа
5. 2009 онд Дархан-Уул аймаг, түүний зэргэлдээ нутаг дэвсгэрийн 750 км² талбайг хамарсан хэсэгт геоэкологийн судалгаа
6. 2019-2022 онд Эрдэнэт хотын геоэкологи, гидрогеологийн судалгааны ажил хийгдсэн.
7. 2020-2023 онд Дархан-Уул аймгийн нутаг дэвсгэр 1:25000-ны масштабтай 31 хавтгайн хэмжээнд 2605,7 км² талбайд хийгдэхээр,
8. 2021-2023 онд Ховд аймгийн геоэкологи, гидрогеологийн судалгаа 1:25000-ны масштабтай 23 хавтгайн хэмжээнд 1978 км² талбайд хийгдэхээр төсөл хэрэгжиж байна.

Зураг 8-д төсөл хэрэгжсэнээр хүн ам хэт төвлөрөлттэй хот суурин газар, уул уурхай даган бий болсон хот суурин газар, үйлдвэрийн бүс даган бий болсон хот суурин газруудад геоэкологийн судалгааг хэрхэн хийх аргачлал туршлага бий болсон. Үүнээс улбаалан Монгол улсын бүсчлэн хөгжил түүнийг даган одоо байгаа болон шинээр хөгжих хот

суурин газруудын геоэкологийн судалгааг хийх заавар аргачлал боловсруулан төслийг үр дүн, чанартай хийх боломжтой.

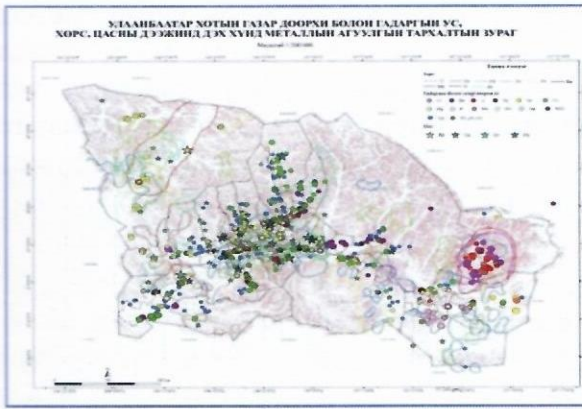


Зураг 8. 2017-2023 онд хэрэгжиж буй хотуудын геоэкологийн судалгааны тойм картограмм

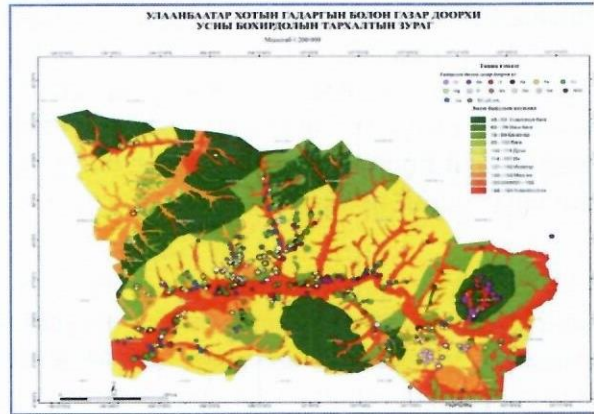
Эдгээр төсөл хэрэгжсэнээр хүн ам хэт төвлөрөлттэй хот суурин газар, уул уурхай даган бий болсон хот суурин газар, үйлдвэрийн бүс даган бий болсон хот суурин газруудад геоэкологийн судалгааг хэрхэн хийх аргачлал туршлага бий болсон. Үүнээс улбаалан Монгол улсын бүсчлэн хөгжил түүнийг даган одоо байгаа болон шинээр хөгжих хот суурин газруудын геоэкологийн судалгааг хийх заавар аргачлал боловсруулан төслийг үр дүн, чанартай хийх боломжтой.

Суурин газрын геоэкологийн судалгааг тухайлбал Улаанбаатар хотын хэмжээнд 1993-2019 онд 4 геоэкологийн судалгааны төслөөр гүйцэтгэсэн ба эдгээр төслүүд нь өгөгдсөн даалгаврын хэмжээнд гүйцэтгэгдэж сонирхолтой үр дүнгүүд гарсан (зураг 9). Тухайлбал: төслөөр цаашид анхаарах талбай, судалгааны төрлийг сайжруулах тодорхой зөвлөмжүүдийг өгсөн. Эдгээр судалгаа хийгдсэнээр хот суурин газрын хүн амын суурьшил, үйлдвэрлэлийн бүсийн нягтрал бүхий газруудад геоэкологийн судалгааны эхлэл тавигдсан гэж үзэж болно.

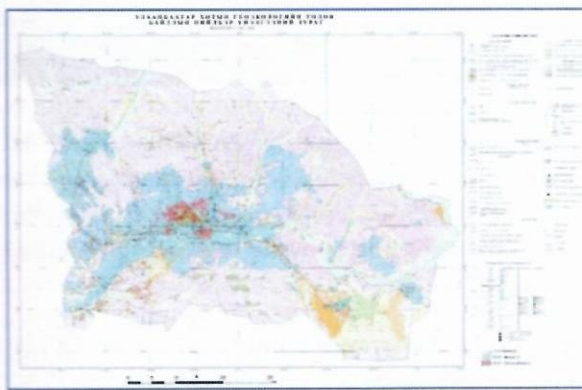
Улаанбаатар хотын хэмжээнд хийгдсэн эдгээр судалгааны үр дүнгээс үзэхэд хүн амын тоо өсөн нэмэгдэж байгаатай холбоотойгоор судалгаанд хамрагдах газар нутгийн хэмжээ нэмэгдсэнээс гадна, түүнийг даган бохирдолт нэмэгдсэн үр дүн гарсан. Өмнөх судалгааны үр дүнд нэмэлт боловсруулалт хийн хотын болон харьяа дүүргийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд бохирдолттой хэсгүүдийг тодорхойлж, хот төлөвлөлт, хог хаягдлын менежмент, хотын экологийн чадавхыг дээшлүүлэх, нөхөн сэргээх чадамж, доройтлоос сэргийлэх зөвлөмжийг өгсөн байдаг. Мөн энэ төслийн хүрээнд Улаанбаатар хотын суурь зураг болох геологийн зургийг 1:100000-ны масштабтайгаар нэгтгэж зураглагдсан.



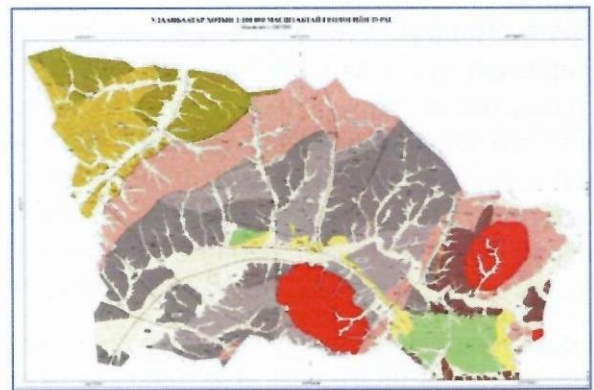
а. Улаанбаатар хотын газрын доорх болон гадаргын ус, хөрс цасны дээжлэлт



б. Улаанбаатар хотын газрын доорх усны бохирдлын тархалтын зураг



в. Улаанбаатар хотын геозкологийн үнэлгээний зураг



г. Улаанбаатар хотын геологийн зураг

Зураг 9. УБ-геозколог-2017 төслийн хүрээнд хийгдсэн зураг

Г. Хайгуулын талбайн геозколог

Хуулиар олгогдсон хүчин төгөлдөр ашигт малтмалын хайгуулын болон олборлолтын талбайд улсын төсвийн хөрөнгөөр геозкологийн судалгаа хийгддэггүй бөгөөд Үндэсний Геологийн Албаны геологийн баримтын төвийн архивын материалаас үзэхэд Заамарын дүүрэгт алтны шороон ордын ашиглалт олборлолт хийгдсэн талбайд геологи орчны ихээхэн өөрчлөлтүүд гарсан бөгөөд түүний нөлөөллийг судлах, дүгнэлт өгөх зорилгоор 1998 онд Заамарын алтны шороон ордын хүдрийн дүүргийн геозкологийн өнөөгийн байдлын үнэлэлт, цаашдын хэтийн төлөв судалгааг хийсэн.

Ашигт малтмалын ордын нөөц болон баялгийн талаарх ойлголт, түүнд тавигдах шаардлага нь цаг үе, нийгмийн өөрчлөлт, хөгжилтэй уялдан эдийн засаг, хөрөнгө оруулалт, технологийн хөгжил, байгаль орчин, хууль эрх зүй, зах зээл гэх зэрэг олон нөлөөлөх хүчин зүйлсээс хамаарч өөрчлөгдсөөр ирсэн бөгөөд Ашигт малтмалын баялаг, ордын нөөцийн ангилал, зааврыг тухайн төрлийн ашигт малтмалд хэрэглэх аргачилсан зөвлөмж боловсруулах тухай Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн сайдын 2018 оны 08 дугаар сарын 13-ны өдрийн 7/195 дугаар тушаалаар “Төслийн даалгавар”-ыг баталсан. Уг ажлын хүрээнд Монгол оронд түгээмэл тархацтай бөгөөд хайгуул, олборлолтын гол объектууд болж байгаа 30 гаруй төрлийн ашигт малтмалаар боловсруулагдаж гарсан. Энэ зөвлөмжид Ордын гидрогеологи, инженер-геологи (геотехник), геозкологийн ба

байгалийн бусад нөхцөлийн судалгаа хэрхэн хийх тухай бүлэг орсон байдаг бөгөөд хайгуулын талбайд геоэкологийн судалгааг хийснээр газрын хэвлийд байгаа төрөл бүрийн ашигт малтмал нь хайгуул, олборлолтын үед газрын гадаргууд ил гарах үед экосистемд үзүүлэх нөлөөлөл, гадаргын болон газрын доорх усны хөдөлгөөн, өөрчлөлт, шинээр бий болох суурьшил зэрэг олон хүчин зүйлийг урьдчилан судалж хүн амьдрах ажиллах таатай нөхцөлийг бүрдүүлэхэд томоохон хувь нэмэр оруулах боломжтой юм.

ДҮГНЭЛТ

Монгол улсын уул уурхайн салбар сүүлийн жилүүдэд хөгжиж, улс орны эдийн засагт оруулах үүрэг нэмэгдэж үүнтэй холбоотой уул уурхайн түүхий эдийн бааз, нөөцийг бэлтгэх үүднээс ашигт малтмалыг эрж хайх ажил эрчимжиж, ашигт малтмалын ордын хайгуул, ашиглалтын гүн ихсэж, ордын бүх шатны геологийн хайгуул судалгаа хийгдэх болсонтой холбоотойгоор хүрээлэн буй орчны геоэкологи, усан хангамжийн эх үүсвэрийг илрүүлэн судлах асуудал чухал болсоор байна. Томоохон хот, суурин газар түүний зэргэлдээх нутаг дэвсгэрийн геоэкологи, гидрогеологийн судалгаа нь цаашид гарч болзошгүй хүндрэлээс урьдчилан сэргийлэх, үйл ажиллагааг оновчтой төлөвлөх, удирдахад чухал ач холбогдолтой. Монгол Улсын геоэкологийн нөхцөл, байгаль орчны тогтвортой хөгжил, аливаа нөлөөлөл, усны нөөцийг хамгаалж, хомсдолоос сэргийлэх, зүй зохистой ашиглах ажлын хүрээнд геоэкологи, гидрогеологийн судалгааг эрчимжүүлэн арга, аргачлал, стандарт, зааврыг олон улсын хэмжээнд хүлээн зөвшөөрөгдсөн стандарт, заавар, аргачлалтай уялдуулан шинэчлэн боловсруулах чухал зорилт тулгарч байгаа бөгөөд өнөөгийн нөхцөлд энэ ажлыг хэрхэн хийх талаар заавар, зөвлөмж боловсруулах ажлууд хийгдэхээр төлөвлөгдөж байна.

Геоэкологийн судалгааг иж бүрэн хийснээр геологийн судалгааны ажлын талаар нийгэмд эерэг ойлголтыг өгөх, байгалийн шинжлэх ухааны бусад салбар геохазард, газар хөдлөл, инженер геологи, гэнэтийн үер ус, найдвартай усан хангамж, хот төлөвлөлт, зэрэг бусад салбарын бүтээн байгуулалт, хөгжлийн чиг хандлагын суурь нөхцөлийг бүрдүүлэх нэн чухал суурь судалгаа болохын зэрэгцээ, амьдралын чанарт эерэг нөлөө үзүүлэх гол ач холбогдолтой.

Түүнчлэн Монгол улсын бүсчилсэн хөгжил, шинэ суурьшил, хот төлөвлөлт, аж үйлдвэржилт, уул уурхай, хөдөө аж ахуй, газар тариалангийн бүс нутаг зэрэг бусад салбарын хөгжлийн хэтийн төлөвийн хөтөлбөртэй уялдуулах, сурталчилах, экосистемд нөлөөлөх байдлын ерөнхий ба нарийвчилсан үнэлгээний ажлыг гүйцэтгэх тохиолдолд суурь судалгааны бодит үр дүн, холбогдох мэдээлэл нь үндсэн баримт, тулгуур материал болно. Мөн цаашид геоэко аялал жуулчлал (халуун хүйтэн рашаан, түүний гарал үүсэл хэрэглээ, содон тогтоц бүхий газар, байгалийн өөрийн сонирхол татах талбайд олон улсад таниулах)-ыг хөгжүүлэх, гадны судлаачдын хамтын ажиллагааг идэвхжүүлэх, салбарын боловсон хүчний тогтвортой ажиллах, мэргэжилтнийг туршлагажуулах бэлтгэхэд ач холбогдолтой юм.

ГЕОФИЗИКЧИЙН ТЕХНИКЧЭЭС ИХ СУРГУУЛИЙН БАГШ ХҮРСЭН ЗАМНАЛ

О.Балдорж



Богд хан уулын аймгийн Булган хан уулын хошуу, одоогийн Булган аймгийн Сайхан сумын “Хунт нуурын хун нь хоргодоод Хултай айргийн амт нь чимчигнээд” гэж булган нутгийн ард түмний аялгуут дуунд гардаг тэр сайхан нутагт 1936 онд мэндэлсэн байна. С.Пүрэвсүрэн багш монголын геологи, гидрогеологийн ахмад ажилтан, инженер-геологийн мэргэжлийн анхны багш байлаа.

С.Пүрэвсүрэн багш геологичийн мэргэжлийн ажлыг Геофизикчийн техникчээс эхэлж улмаар Москвагийн Геологи хайгуулын дээд сургуулийг гидрогеологич, инженер-геологич мэргэжлээр төгсөж Гидрогеологич, инженер-геологич инженер болсон байна.

“Намайг ОХУ-ын нийслэл Москва хотын Геологи хайгуулын дээд сургуулийн хоёрдугаар дамжааны оюутан байхад, тухайлбал 1962 онд С.Пүрэвсүрэн “Гидрогеологи, инженер-геологи” мэргэжлээр суралцахаар Геологийн удирдах газрын томилолтоор ирж байлаа. 25 орчим насны маш цэвэрхэн, томоотой, яриа хөөрөө сайтай, нэлээд нүүрэмгий залуу байсан. Геологи хайгуулын үйлдвэрлэлийн ажилд ажиллаж байгаад ирсэн хүн тул оюутан бидний дэргэд амьдралын туршлагатай, түшигтэй байсан тул бид амархан танилцаж дотноссон юм” гэж Пүрэвсүрэнгийн оюутан үеийн төлөв байдлыг Геологи хайгуулын дээд сургуульд мөр зэрэгцэн үерхэж, найзалж хамтдаа суралцаж байсан гавьяат багш Н.Батсүх маань дурсан бичиж байна.



Залуу инженер төгсөж ирээд Сайхан сумандаа, нутагтаа очиж авга, нагац, ах дүү нартайгаа уулзаж байсан дурсгалт үе.

С.Пүрэвсүрэн дээд сургуулиа амжилттай төгсөж ирээд тухайн үед монгол улсын эрдэс баялгийн их уурхай болох ирээдүйтэй Эрдэнэтийн зэсийн ордын геологи хайгуулыг судалгааг Монголын геологийн салбарын мэргэжилтнүүд бие даан судлах зорилгоор Хөвсгөлийн геологи хайгуулын экспедицийг зохион байгуулан гаргахад алдарт Москва хотын Геологи хайгуулын дээд сургуулийг төгссөн эрч хүчтэй, онолын өргөн мэдлэгтэй

залуу инженер Пүрэвсүрэнг тус экспедицийн ерөнхий инженерээр томилон ажиллуулсан байна.

Хөвсгөлийн геологи хайгуулын экспедицэд 1968-1972 онд ажиллаж байгаад С.Пүрэвсүрэн инженер үндсэн мэргэжлийн дагуу 1972-1973 онд Баянхонгор аймаг дахь Геологи, гидрогеологийн экспедицид Баянхонгор аймгийн Бууцагаан, Баацагаан, Баянцагаан цагаан, Баян-Өндөр сум, Говь-Алтай аймгийн Эрдэнэ, Цогт, Чандмань сумдын нутаг дэвсгэрийг хамарсан 1:500 000-ын масштабын Геологи, гидрогеологийн комплекс зураглалын 6-р ангийн ерөнхий инженер, 1973-1974 онд тус ангийн даргаар ажилласан байна.

С.Пүрэвсүрэн инженерийг хэрхэн багшаар ажиллах болсон тухай Н.Батсүх багш дурсан бичихдээ “Би МУИС-д багшлах болж, улмаар 1973-1974 оны хичээлийн жилээс “Гидрогеологи, инженер-геологи” мэргэжлээр анхны элсэлт авч эхэлсэн тул мэргэжлийн багшлах боловсон хүчин шаардлагатай болсон. Миний бие 1973 оны 11-р сарын 16-ны өдөр ТЭХУГЯ (Түлш, эрчим хүчний үйлдвэр, геологийн яам)-ний орлогч сайд Ч.Хурцтай биечлэн уулзаж гидрогеологи, инженер-геологийн мэргэжлийн багш шаардлагатай болсон тул багшаар нэг мэргэжлийн инженер хүн өгч туслахыг хүссэн юм. Орлогч сайд Ч.Хурц бидний асуудалд нааштай хандсан билээ. Ингээд 1974 оны 1-р сарын 16-нд ТЭХУГЯаманд Баянхонгор аймаг дахь Геологи, гидрогеологийн экспедицийн ерөнхий инженерээр ажиллаж байгаа С.Пүрэвсүрэнг яаралтай МУИС-д багшаар ажиллуулахаар шилжүүлж өгрөхийг хүссэн юм. С.Пүрэвсүрэнг багшаар ажиллуулах асуудал шуурхай шийдвэрлэгдсэн юм” гэсэн байна.

С.Пүрэвсүрэн багш багшлах хугацаандаа гидрогеологи, инженер-геологийн мэргэжлийн инженер бэлтгэх дөрвөн ангийг хариуцан төгсгөж 70 инженерийг энэ сургуулийн алтан босгыг алхаж орсон цаг мөчөөс эхлэн хичээл сургуулийн, оюутны амьдралын 5 жилд эцэг шиг нь хайрлаж, эрдэм номын мөрийг нь зааж, найз нөхөд шиг ярьж хөөрч, баярлаж бас өрөвдөж бүтэмжгүй, болохгүй зүйлд санаа тавьж ард өвөрт нь, наана цаана нь гүйж аргадахын ухааныг хайрлаж, ухаарахын ухаан, зэмлэлийг хослуулан өдий зэрэгтэй инженер, мэргэжилтэн бэлтгэн гаргасан нь энэ хүний гавьяа, хайр халамж юм.

Н.Пүрэвсүрэн багш хариуцан төгсгөсөн ангийн “хүүхдүүдээс” нь монгол улсын гидрогеологи, инженер-геологийн салбарт өөрийн мэргэжлээрээ үнэтэй, гавьяатай хувь нэмрээ оруулсан эрдэмтэд, мэргэжил хөдөлмөрөө төр засгаараа үнэлүүлж гавьяа шагнал авсан олон олон шавь нараараа бахархаж баярлаж явсан байх.

Н.Пүрэвсүрэн багш мэргэжлийн хичээлийг онол, дадлагатай хослуулан заахын тулд сургалт, судалгааны олон гарын авлага, хөтөлбөр, эрдэм шинжилгээний бүтээлийг багш, мэргэжил нэгт нөхөд, оюутан, шавь нартайгаа хамтран боловсруулж, сургалтдаа ашиглаж, гадаад дотоодын эрдэм шинжилгээний хуралд илтгэж, мэргэжлийн нэр хүндтэй сэтгүүлд хэвлүүлж, бие даасан ном болгон гаргах зэргээр асар ихийг бүтээж туурвисан эрдэмтэн багш, судлаач хүн байсан юм.

“С.Пүрэвсүрэнг 1974 онд Геологи, эрчим хүчний үйлдвэр геологийн яамнаас МУИС-д шилжин ирж хамтран ажиллах болсон нь оюутан байхаас нь танилцаж, нэг сургуульд, нэг мэргэжил эзэмшихээр суралцаж байсан тул бие биеийнхээ сайн муу талыг мэдэх тул үр бүтээлтэй хамтран ажиллаж илэрсэн. С.Пүрэвсүрэн инженер багшаар ажиллах хугацаандаа Гидрогеологи, инженер-геологийн мэргэжлээр суралцаж байгаа оюутнуудад “Гидрогеологи”, Рашаан судлал”, Барилга, Гидро-инженер, Сантехникийн мэргэжлээр суралцаж байсан оюутнуудад “Инженер-геологи, геологийн үндэс”,

“Инженер-геологи, цэвдэг судлалын үндэс” зэрэг 7 төрлийн хичээл зааж байлаа. Зааж байсан 5 хичээлийн хөтөлбөрийг шинээр боловсруулж, гарын авлага бусад бусад багш нартай хамтран бичиж хэвлүүлсэн. Эрдэм судлалын ажлыг эрчимтэй хийж ирсэн юм. Монгол-Зөвлөлтийн хамтарсан Хөвсгөлийн экспедицийн рашаан судлалын ажилд ажиллаж Монгол орны рашааны бараг бүх илрэл болон орд дээр гидрогеологи, геохимийн судалгааг Монгол, Оросын эрдэмтэд, судлаачидтай хамтран гүйцэтгэж ирсэн. Монгол орны рашааны зураг зохиолцсон нэг зохиогч нь билээ.

С.Пүрэвсүрэн багш нэг баг болж хамтарч ажиллахад түшигтэй, хамтач, сайн гүйцэтгэгч байсан юм. Түүний гэгээн дүр миний амьдралд оюутан С.Пүрэвсүрэн, багш С.Пүрэвсүрэн гэдгээр тод томруун үлджээ” гэж хүмүүний тэр тусмаа залуу халуун насны оюутан үеийн найз, Монголын үндэсний гидрогеологи, инженер-геологийн мэргэжилтэн бэлтгэх их үйлсэд нэгэн үеийг мөр зэрэгцэн хамтран зүтгэсэн Шинжлэх ухааны доктор, профессор, Монгол улсын гавьяат багш Н.Батсүх багш дурсан бичсэн байна.

Пүрэвсүрэн багшийн сургалтын зориулалтаар бусад багш, шавь нартайгаа хамтран бичсэн сурах бичиг, гарын авлага:

1983 год. Улан-Батор. Н.Батсүх, М.Алей, С.Пүрэвсүрэн. “Пособие по практику гидрогеологии” Политехнический Институт; Энэ гарын авлагыг “Манай тэнхимийн багш нар бичиж тэнхимийн эрхлэгч, дэд эрдэмтэн Н. Батсүх хянан тохиолдуулж гаргасан юм. Энэ гарын авлага бичихэд С. Пүрэвсүрэн багшийн оролцоо их байсан бөгөөд хээрийн маршрутын тэмдэглэл, сорилт-туршилтын ажил, хавсралт зургуудыг нь хамтарч хийж билээ”. “ЮНЕСКО-олон улсын байгууллагаас инженер геологийн салбарт сургалтын иж бүрдэл тоног төхөөрөмж ирүүлсэн, багшлах боловсон хүчин сайтай хамт олны дунд 1983 оноос миний бие ажиллах болсноор С Пүрэвсүрэн багштай нэг тэнхимд харьяалагдаж, нэг өрөөнд сууж ажиллах боломж бүрдсэн юм” гэж Сурмаажав багш дурсан бичиж байна.

1990 он. Улаанбаатар хот. М.Алей, Н.Батсүх, Л.Дүгэржав, С.Пүрэвсүрэн, Д.Сурмаажав, Л.Төвхөө, Ж.Цэвээнжав. Политехникийн Дээд Сургууль. “Гидрогеологи, Өрөмдлөгийн сургалтын дадлага (гарын авлага)” Энэ бүтээл нь зөвхөн гарын авлага биш Гидрогеологи, инженер-геологийн зориулалтай өрөмдлөгийн иж бүрдэл сурах бичгийн түвшинд зохиогдсон үнэ цэнтэй юм. Энэ бүтээл нь одоо үед онцгой ач холбогдолтой тухайн үеийн нэршлээр сургалтын полигон одоо бол гидрогеологи, инженер-геологийн зориулалттай гидрогеологийн сургалтын дадлага, үйлдвэрлэлийн туршилтын үндэсний “парк”-ийн үндсэн суурь болох баримт бичиг юм. Өнөөдөр манай инженер-геологичдод ийм сургалт, судалгаа, туршилтын цогц араг хэжмээ ус агаар мэт хэрэгцээтэй байна. Иргэний барилга байгууламжийн хүчин чадал, суурь төлөвлөлтийн гүн ул хөрсний болон гүний усны гидрогеологийн үзүүлэлтийг тооцооны үзүүлэлтийг шавхалт, туршилтын үр дүнгээр нарийвчлан тодорхойлох шаардлага бидэнд тулгарч байна. Цаашилбал усан цахилгаан станц бусад барилга байгууламж (далан, шугам хоолой, усан сан, хөв цөөрөм гэх мэт) ул хөрсний болон гүний усны гидрогеологийн үзүүлэлтийг нарийвчлан тодорхойлох ганцаарчилсан болон бөөнөөр шавхах шавхалт, горимын хэмжилт хийх зориулалтын цооногийн өрөмдлөг, тоноглолын ажил онцгой хариуцлагатай ажил болж байна. Энэ “жижиг гарын авлага” эдгээрийг иж бүрнээр нь шийдвэрлэх үнэ цэнтэй сурах бичиг болсон байна.

С.Пүрэвсүрэн багш Монгол орны нутаг дэвсгэрийн гидрогеологийн нөхцөл, түүний байгалийн зүй тогтол, усзүй, гүний усны гарал үүсэл, горим, тархац, нөөцийн талаар олон арван судалгаа шинжилгээний ажилд олон эрдэмтэдтэй хамтран ажиллаж эрдэм шинжилгээний бүтээл туурвисан, хэвлүүлсэн, олон улсын эрдэм шинжилгээний хуралд илтгэсэн эрдэмтэн судлаач хүн байлаа. Пүрэвсүрэн багшийн судалгааны ажлуудын зарим бүтээлүүдээс дурдвал:

- 1977 он, УБ хот. Н.Батсүх, С.Пүрэвсүрэн, Ж.Баяраа. “Ингэттолгой орчмын гидрогеологийн нөхцөл” судалгааны ажил. МУИС-ийн Эрдэм шинжилгээний сонсгол 2 (51);
- 1975 он, УБ хот. Н.Батсүх, С.Пүрэвсүрэн. “Сэлэнгэ мөрний ай савд хийсэн гидрогеологийн ажиглалтын зарим үр дүнгээс” судалгааны ажил Хайгуулчин сэтгүүлийн 3 (12) дугаар;
- 1977 год. Иркутск. С.Пурэвсүрэн, Б.И.Писарский, Г.М.Шпейзер. “Состояние поисков и разведки минеральных вод МНР”. Хубсугульская Советско-Монгольская Комплексная Экспедиция. Иркутского и Монгольского Университетов. Природные условия и ресурсы неокоторых райнов МНР – Тезисы докладов;
- 1976 год. Улан-Батор. Н.Батсүх, С.Пурэвсүрэн. “Гидрологический Режим Притоков Реки Селенги (в пределах ее среднего течения)” Монгольский Государственный Университет, Иркутский Государственный Университет имени А.А.Жданова. Международная Конференция, посвященная исследованиям природных условий и ресурсов МНР (Тезисы докладов);
- 1978 год. Иркутск-Улан-Батор. Н.Батсүх, С.Пурэвсүрэн. “Водны режим реки Селенги и ее притоков”. Советско-Монгольская Комплексная Экспедиция. ИГУ и МГУ. Природные условия и ресурсы Прихубсугулья;
- 1979 год. Иркутск. Б.И.Писарский, С.Пурэвсүрэн, Л.Доржсүрэн. “Вынос тепла из земных недр гидротермальными на территории МНР”. Природные условия и ресурсы некоторых районов Монгольской Народной Республики (тезисы докладов к конференции) Советско-Монгольская Комплексная Хубсугульская Экспедиция. Иркутского и Монгольского Университетов;
- 1981 год. Иркутск. Писарский Б.И, Пурэвсүрэн С, Доржсүрэн П “Ресурсы подземного тепла на территории МНР”. Природные условия и ресурсы некоторых районов Монгольской Народной Республики (тезисы докладов к конференции) Советско-Монгольская Комплексная Хубсугульская Экспедиция. Иркутского и Монгольского Университетов;
- 1980 год. Улан-Батор. Б.И.Писарский, С.Пурэвсүрэн, А.П.Хаустов. “Принципы районирования Монголо-Байкальского орогена по условиям формирования подземного стока”. Монголо-Советская Комплексная Хубсугульская Экспедиция. Иркутского и Монгольского Государственных Университетов. Природные условия и ресурсы некоторых районов МНР (тезисы докладов);
- 1986 год. Улан-Батор. Г.М.Шпейзер, П.Доржсүрэн, Л.А.Минеева, С.Пурэвсүрэн, Ц.Оюун, Ц.Алтанцэцэг. “Некоторых сведения о питьевых водах Сухэбаторского аймака”. Советско-Монгольская Комплексная Хубсугульская Экспедиция. Монгольского и Иркутского Государственных Университетов. Природные условия и ресурсы некоторых райнов МНР;
- 1987 год. Улан-Батор. Б.И.Писарский, С.Пурэвсүрэн. “Гидрогеология и инженерная геология – Хангайская подземная водоносная система”. Вопросы геологии и полезных ископаемых центральной и восточной Монголии (Тезисы докладов у Научной конференции Керуленской межвузовской геологической экспедиции посвященной 70 летия Великой Октябрьской Социалистической Революции);

- 1987 год. Улан-Батор. Б.И.Писарский, П.Доржсурэн, С.Пурэвсурэн. “Гидрогеологические условия бассейна озера Хубсгул”. Академия Наук МНР. Главное управление гидрометеорологической службы МНР. Монгольское общество охраны природы и окружающей среды. Основные проблемы охраны бассейна озера Хубсгул и реки Селенги (тезисы докладов к конференции);
- 1988 год. Иркутск. Б.И.Писарский, С.Пурэвсурэн. “Хангайская подземная водоносная система”. Монгольская Комплексная Хубсгульская Экспедиция. Иркутского и Монгольского Университетов. Природные условия и ресурсы некоторых районов Монгольской Народной Республики (тезисы докладов к конференции);
- 1988 год. Иркутск. Б.И.Писарский, Ю.И.Кустов, П.Доржсурэн, С.Пурэвсурэн. “Проблемы охраны гидрогеотермальных ресурсов МНР”. Монгольская Комплексная Хубсгульская Экспедиция. Иркутского и Монгольского Университетов. Природные условия и ресурсы некоторых районов Монгольской Народной Республики (тезисы докладов к конференции)
- 1989 год. Улан-Батор. Н.Батсук, М.Алей, С.Пурэвсурэн, Д.Сурмаажав. “Истоги водных исследований проведенных в некоторых районах Монголии”. Учёные записки Монгольского Политехнического Института зэрэг эрдэм судлалын ажил, илтгэлүүд нь монголын гидрогеологийн судалгаанд, гидрогеологчидод үнэ цэнэ, ач холбогдолтой бүтээл болох нь тодорхой юм.

С.Пурэвсурэн багш монголын рашаан судлалын олон нэрт судлаачид, гидрогеологчидтой хамтран ажиллаж олон тооны бүтээл, эрдэм шинжилгээний өгүүлэг, илтгэл бичиж олон улсын эрдэм шинжилгээний хуралд оролцож, илтгэж байсан уйгагүй хөдөлмөрч рашаан судлалд үнэтэй хувь нэмэр оруулсан бүтээлч судлаач, инженер, багш байлаа. Мөн Монгол орны эрдэст нуур, эмчилгээний шавар, халуун рашаан усны судалгааг Монгол, Оросын эрдэмтэдтэй хамтран олон жилийн турш явуулж, 1:2500000 масштабын Монгол орны рашаан ус, эмчилгээний шавар, нуурын газрын зургийг зохиосон байна.



Сайханы Хульжийн халуун рашаанд геофизикийн тандан судалгаа хийж байгаа нь (2017 он).



Сайхан Хульжийн халуун рашааны судалгааны баг (2017 он).

Пурэвсурэн багшийн рашаан судлалын зарим томоохон бүтээл, илтгэлүүдээс дор дурдвал:

- 1982 год. Уланбатор. Б.И.Писарский, А.П.Хаустов, С.Пурэвсурэн. “Естественные ресурсы гидротерм Шаргалжутских месторождений Хангая”.

- Советско-Монгольская Комплексная Хубсгульская Экспедиция. Иркутского и Монгольского Университетов. Природные условия и ресурсы некоторых районов Монгольской Народной Республики (тезисы докладов к конференции);
- 1982 год. Уланбатор. Б.И.Писарский, Г.М.Шпейзер, Л.Доржсурэн, С.Пурэвсурэн. “Итоги, задачи и перспективы изучения гидроминеральных ресурсов МНР”. Советско-Монгольская Комплексная Хубсгульская Экспедиция. Иркутского и Монгольского Университетов. Природные условия и ресурсы некоторых районов Монгольской Народной Республики (тезисы докладов к конференции);
 - 1982 год. Уланбатор. Б.Намбар, Л.Доржсурэн, С.Пурэвсурэн, Б.Арьяадагва “К вопросу комплексного использования курортно-рекреационных ресурсов МНР”. Советско-Монгольская Комплексная Хубсгульская Экспедиция. Иркутского и Монгольского Университетов. Природные условия и ресурсы некоторых районов Монгольской Народной Республики (тезисы докладов к конференции);
 - 1983 год. Иркутск. Б.И.Писарский, А.Н.Судаков, А.П.Хаустов, С.Пурэвсурэн. “Моделирование теплого поля, сформированного естественной разгрузкой гидротерм на месторождении Шаргалжут”. Советско-Монгольская Комплексная Хубсгульская Экспедиция. Иркутского и Монгольского Университетов. Природные условия и ресурсы некоторых районов Монгольской Народной Республики (тезисы докладов к конференции);
 - 1984 он. Улаанбаатар хот. П.Доржсурэн, С.Пурэвсурэн, Ц.Оюун, Б.Туяа. “Отгонтэнгэрийн халуун рашааны орд” Амралт, сувиллын хэрэг эрхлэх ерөнхий газар;
 - 1984 год. С.Пурэвсурэн, Б.Туяа, Б.Дорждэрэм. “Гидротермальные месторождения Шаргалжута”. Монголо-Советская Комплексная Хубсгульская Экспедиция. Иркутского и Монгольского Государственных Университетов. Природные условия и ресурсы некоторых районов МНР (тезисы докладов);
 - 1985 год. Улан-Батор. П.Доржсурэн, С.Пурэвсурэн “Природное состояние озера Их Цайдам”. Главное Управление делами дотов отдыха и курортов Центрального Совета Монгольских профсоюзов. Тезисы докладов научно-практической конференции врачей-курортологов по реабилитации;
 - 1986 он. Улаанбаатар хот. С.Пурэвсурэн “Шаргалжуутын халуун рашааны орд” Политехникийн Дээд Сургууль. Эрдэм шинжилгээний бичиг;
 - 1988 год. Иркутск. Б.И.Писарский, Ю.И.Кустов, М.В.Папшев, Б.Арьяадагва, С.Пурэвсурэн. “Могодские гидрогеотермальное поле (Булган аймак МНР)” Монгольская Комплексная Хубсгульская Экспедиция. Иркутского и Монгольского Университетов. Природные условия и ресурсы некоторых районов Монгольской Народной Республики (тезисы докладов к конференции);
 - 2012 он “Монгол орны рашаан” С.Пурэвсурэн, Б.Хишигбат Нэг сэдэвт бүтээл. Уг номонд Монгол орны рашаан, эмчилгээний нуурууд, шаврын талаар эмчилгээ, ашиглалт зориулалтын товч ойлголт, рашаануудын төрөл, рашаануудын бүсчлэл, рашааны төрлүүд тэдгээрийн химийн үндсэн үзүүлэлтүүд тэдгээрийн тоо хэмжээ, рашаанд байж болох зарим хортой махбодын зөвшөөрөгдөх хэмжээ, тухайн рашааны чанар бүтэц, найрлага монгол орны рашаан тус бүрээр нь товч тодорхойлсон маш энгийн бөгөөд ойлгомжтой, шинжлэх ухааны үнэ цэнтэй, судалгаа шинжилгээтэй бүтээл

болсон юм. Уг бүтээлд Монгол орны халуун хүйтэн рашаан, эмчилгээний нуур, шаврыг аймаг аймгаар ангилж тэдгээрийн тухай сонирхолтой тоо баримт болон онцлогуудыг тусгаж байршлыг аймаг аймгаар нь өнгөт хэвлэлээр харуулсан үнэхээр ажил хэрэгч, ач холбогдолтой асар их ажил хөдөлмөр шингэсэн бүтээл юм.

Гидрогеологич инженер Д. Сурмаажав (ph.D) “миний бие “ЮНЕСКО-олон улсын байгууллагаас инженер геологийн салбарт сургалтын иж бүрдэл тоног төхөөрөмж ирүүлсэн, багшлах боловсон хүчин сайтай хамт олны дунд 1983 оноос ажиллах болсноор С Пүрэвсүрэн багштай нэг тэнхимд харьяалагдаж, нэг өрөөнд сууж ажиллах боломж бүрдсэн юм”

“С. Пүрэвсүрэн багш 1980-1987 онд Монголын рашааны судалгааг ЗХУ-ын ШУА-ийн Сибирийн салбарын Дэлхийн царцдас судлах хүрээлэнгийн лабораторийн эрхлэгч Б. И. Писарский, Иркутскийн Их Сургуулийн багш Г.М. Шпейзер зэрэг эрдэмтэдтэй хамтран судлах үйлсэд зүтгэж, хээрийн судалгаанд явж, радоны зураглал хийх, Монголын рашааны 1:2500 000 хураангуйлалтай зураг зохиоход гар бие оролцсон.



Миний дааж төгсгөсөн (1983-1988) гидрогеологийн ангийн оюутнууд дипломын ажлаа хамгаалсны дараа. (Ангийн дарга Ц.Сэнгээ Гидрогеологи-өрөмдлөгийн тэнхимийн эрхлэгч Ж. Цэвээнжав, ахлах багш С. Пүрэвсүрэн, багш М.Алей, анги даасан багш Д.Сурмаажав

1990-ээд оны эхээр Усны хайгуул төсөл, эрдэм шинжилгээний хүрээлэнгийн хэсэг залуус Төв Азийн усны хүйс цэг буюу Хойд мөсөн далайн ай сав, Номхон далайн ай сав, Төв Азийн буюу гадагш урсгалгүй ай савыг огтлох цэг нь Улаанбаатар хотоос холгүй 60 гаруй км-т Налайхын уурхайгаас зүүн тийш 20-25км-ийн зайд Төв аймгийн Эрдэнэ сумын нутагт орших Хөндлөн уулын оройн хэсэгт далайн түвшнээс дээш 1854 метрийн өндөрт гурван талт баганан тэмдэглэгээ хийж баганын гурван талд нь Хойд мөсөн далай, Номхон далай, Төв Азийн буюу гадагш урсгалгүй ай савыг төлөөлүүлэн үзүүлсэн байдаг. Миний бие 2000 оны эхээр ОХУ-ын Иркутск хотод шинжлэх ухааны доктор Б.И. Писарскийтэй танилцаж, хамтран ажиллах, түүнээс суралцах боломж олдсон юм. Тэрээр Монгол оронд хийж байсан хээрийн судалгааны талаар дурсамж ярьж суухдаа С. Пүрэвсүрэн багшийг нутаг орон, түүний геологийн тогтоц, чулуулаг, эрдсийг сайн таньж мэддэг хүн байсныг бахархан ярьж байлаа.

Булган аймгийн Засаг даргын тамгын газраас 2017 онд Могодын халуун рашааныг судлах, нөөц тогтоох судалгааны ажлын тендер зарлагдаж улмаар Монголын гидрогеологичдын холбооноос энэхүү ажлыг хийж гүйцэтгэсэн юм. Энэ ажлыг гүйцэтгэхэд хүчин зүтгэж байсан гидрогеологичдын нэг бол С. Пүрэвсүрэн багш юм.

Бид хоёр 2019 онд Монголын рашааны 1:2500 000 хураангуйлалтай зургийг орос хэлнээс монгол хэл дээр хөрвүүлж хэвлэлтэнд бэлтгэх ажлыг хийж дуусгасан. Энэ талаар ШУТИС-ийн профессор Д. Чулуун, дэд профессор Д. Оюун, шинжлэх ухааны доктор Н. Жадамбаа нарт танилцуулж, Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологи сэтгүүлийн ээлжит дугаарт өгүүлэл бичиж, хэлэлцүүлж байсан. Харамсалтай нь энэ бүтээл одоо хүртэл мөнгө санхүүгийн боломжгүйгээс хэвлэгдэж гараагүй, эх зохиогчдын архивд хадгалагдсаар байна” гэж дурсан бичсэн байна.

Пүрэвсүрэн багшийн эрдэм судлалын ажлын цар хүрээ, түүний бүтээлч хөдөлмөр бас хүнлэг сайхан сэтгэлтэй, шавь нартаа байнга тусалж дэмжиж байсны жишээг Гидрогеологич инженер Д. Сурмаажав (ph.D) “Пүрэвсүрэн багш Монгол орны рашааны судалгааны талаар диссертаци бичиж байсан боловч, сэтгэл зүрхийг нь хөдөө орон нутагт ажиллах сонирхол нь татаж, уг бүтээл туурвилаа орхисон. Энэхүү бүтээлээ манай салбарын 1986 оны төгсөгч, өөрийн шавь гидрогеологич Дорждэрэмд /МАК-ийн ахлах гидрогеологич асан/ хүлээлгэн өгч, дуусгавар болгож эрдмийн зэрэг хамгаалахыг захиж байж билээ” гэж дурсан бичсэн байна.

Мөн уг дурсамждаа “1987 онд одоогийн ШУА-ийн газар хөдлөл, геофизикийн хүрээлэнгээс Булган аймгийн Могод суманд суурин газар хөдлөлийн станц байгуулах болж Пүрэвсүрэн багш өөрийн төрсөн нутагтаа энэ станцад ажиллах болсон юм. Хааяа хааяа сургууль, мэргэжлийн тэнхим, төгссөн оюутнуудтайгаа уулзахаар ирэх бөгөөд Булган аймгийн Могод сумынхаа айраг цагаагаар хамт олноо дайлна аа. (Пүрэвсүрэн багш уул нь Сайхан сумын уугуул. Сайхан сум бүр гоё айрагтай) Тэр Могод нутагтаа хайртай, нутаг орноо нэвтэрхий толь мэт мэддэг, хэдий нас ная гарсан боловч орон нутгийн тэр тусмаа Могодын халуун рашааны сайн дурын байгаль хамгаалагч, аливааг хийж бүтээхэд мэргэжлийн хүний сэтгэлээр ханддаг нэгэн байсан. Мөн буддын шашны мөн чанарыг гүнзгийрүүлэн судалдаг, бүр Могод сумандаа сүм хийд байгуулж, шавилан суудаг байсан юм билээ” гэж бичсэн байна.

Манай Пүрэвсүрэн багшийг таньдаг зарим нэг хүмүүс, зарим нэг шавь нар нь “Пүрэвсүрэн багш юм үздэг, мэргэлдэг үзмэрч болчихсон байна” гэж жаахан “шоолонгуй” ярьж байхыг би сонсож байсан. Үзмэрч, төлөгч, мэргэд чинь бидний бахархах дуртай их Чингэс хааны үед ч байсан юм шүү дээ. Үзмэрч, төлөгч, мэргэд гэдгийг би байгалиас заяасан оюун ухааны хүч энергитэй орчин үеийн шинжлэх ухааны үндэслэлээр “зургаадах мэдрэхүйтэй хүн гэж” ойлгодог. Ийм хүн хоёр мөртэй байдаг байх. Олонх нь хүн амьтны зургаан зүйлийн тусын төлөө, байгалийн сайн сайхны төлөө байхад нөгөө нэг цөөнх нь хувийн ашиг сонирхлын төлөө байдаг байхыг үгүйсгэх аргагүй. Би Пүрэвсүрэн багшийгаа байгалиас заяасан өгөгдөлтэй, оюун ухааны эрч энергитэй, хүний сайн сайхны төлөө, байгаль усаа хайрлан хамгаалахын төлөө шинжилж судалж танин мэдэхийн төлөө явсан бурханлаг хүн болов уу гэж “өмөөрөн” боддог юм.

Пүрэвсүрэн багш Могод, Сайхан сумынхаа ард иргэддээ олон буяны үйл хийсэн тухай, тус болсон тухай нутгийн олон хүнээс ам дамжин магтаж бүр залбирч бишрэн хүндлэн ярьж байхыг сонссон юм. Тиймээс зарим хүмүүсийн ярьсан шиг зүгээр нэг “юм үздэг,

мэргэч төлөгч” биш бурхан номын сайн эрдэмт номын хүн байсан юм шүү гэж “өмөөрөн” хэлэх гэсэн юм. Номын цагаан буян ивээх болтугай.

С.Пүрэвсүрэн багшийн маань Монголын геологи, гидрогеологийн салбарт өндөр хариуцлагатай удирдах, зохион байгуулах ажилд, Монгол улсад гидрогеологич, инженер-геологич инженер бэлтгэхэд шинжлэх ухааны онолын дадлагын эрдэм номд сургах ажилд, монгол орны рашааны судалгаа шинжилгээний ажилд оруулсан эрдэм мэдлэг, оюун ухаан, хөдөлмөр бүтээлийг нь төр засаг болон мэргэжлийн салбараас өндрөөр үнэлэн Ардын хувьсгалын 50, 60, 90 жилийн ойн медаль, “Тэргүүний геологич” цол, Монгол ахмад багш нарын холбооны дээд шагнал “Багшийн гавьяа” одонгоор тус тус шагнагдаж байлаа. Багшийн маань эрдэм ухаан, номын цагаан буян нь хойч ирээдүйдээ үе дамжин уламлагдан түгэн дэлгэрч байх болтугай.

Дурсамжийг эмхэтгэн бичсэн С.Пүрэвсүрэн багшийн шавь 1979 оны төгсөгч

ХӨДӨӨ АЖ АХУЙН УС ХАНГАМЖИЙН БОДЛОГО, ПРАКТИК ШИЙДЭЛ, ҮР ДҮН

Д.Батмөнх, Д.Мөнхгэрэл

*Хүнс, Хөдөө аж ахуй, Хөнгөн үйлдвэрийн яам
Имэйл: batmunh@mofa.gov.mn, munhgerel@mofa.gov.mn*

ХУРААНГУЙ

Манай орны хөдөө аж ахуй, хүнс, хөнгөн үйлдвэрлэлийг хөгжүүлэхэд мал аж ахуй, газар тариалангийн үйлдвэрлэлийн тогтвортой байдал, өсөлт нэн чухал юм. Эдгээр үйлдвэрлэлийн тогтвортой байдлыг хангах, усны нөөцийг зүй зохистой ашиглах, нөхөн сэргээх, хамгаалах нэгдсэн бодлого явуулах, хэрэгжилтийг хангахад Төр, засгийн зүгээс онцгой анхаарч ажиллаж ирсэн. Ялангуяа, хөдөө аж ахуйн ус хангамжийн бодлого, практик шийдлүүд, үр дүн, дүгнэлт, цаашид авах арга хэмжээний талаар тодорхой тусгаж Та бүхэнд толилуулж байна.

Түлхүүр үг. Хөдөөгийн хүн ам, мал аж ахуй, инженерийн хийцтэй худаг, гар худаг, ус хуримтлуулах

ОРШИЛ

Өнөөгийн байдлаар манай орны бэлчээрийн болон газар тариалангийн усжуулалтад усны хомсдол үүссэн, хөдөө аж ахуйн бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэлийн өсөлт нь усны хомсдолыг улам нэмэгдүүлж буй бөгөөд үүнтэй тэмцэхийн тулд усны хэрэглээгээ багасгах, түүнчлэн хур тунадасны усыг хуримтлуулах бодлогын арга хэмжээг улс орон даяар өргөн далайцтай явуулах эрэлт, хэрэгцээ өндөр болж ирлээ.

Манай орны мал аж ахуй, газар тариалангийн үйлдвэрлэлийг уур амьсгалын өөрчлөлт, газар нутгийн онцлогт дасан зохицсон хэлбэрээр, ялангуяа усалгаатай тариаланг хөгжүүлж хүнсний баталгаат байдлыг сайжруулах, хөдөөгийн хүн ам, мал аж ахуйг усаар хангах болон усны нөөцийг нэмэгдүүлэх бусад арга хэмжээг хэрэгжүүлэх шаардлага бий болсон.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Мал аж ахуйн ус хангамжийн бодлогын хэрэгжилтийг үйлдвэр, хөдөө аж ахуйн яам 1998 оноос өнөөг хүртэл хөдөөгийн хүн ам, мал аж ахуй, газар тариаланг усаар хангах тухай асуудлыг хууль, эрх зүйн хүрээнд боловсронгуй болгож, бэлчээрийн усан хангамжийн талаар баримтлах бодлого, журам, стандартыг боловсруулж, төлөвлөлт, хэрэгжилтийн ажлыг үе шаттай зохион байгуулж ирсэн.

Зах зээлийн буюу мал хувьд шилжсэн, өмчийн харилцаанд өөрчлөлт гарсан үеийн бодлогын хэрэгжилтийн үр дүнг 1998-2017 он, 2018-2022 он гэж 2 үе шаттай авч үзэж байна. Тухайлбал:

- 1998-2017 онд улсын төсвийн 70.5 тэрбум, гадаадын төсөл, хөтөлбөрийн 9.4 тэрбум төгрөгийн хөрөнгөөр 21 аймаг, Улаанбаатар хотод 8714 худгийг сэргээн засварлаж, шинээр барьж ашиглалтад оруулсан нь 25.0 орчим сая мал, 43.5

мянган малчин өрхийг усаар хангах боломжийг бүрдүүлсэн, /Мал аж ахуйн тогтвортой байдлыг хангахад бодитой ажил болсон/,

- 2018-2022 онд Улсын төсвийн 11.4 тэрбум төгрөг, орон нутгийн 24.6 тэрбум төгрөг, төсөл хөтөлбөрийн 7.2 тэрбум, нийт 43.2 тэрбум төгрөгийн хөрөнгө оруулалтаар инженерийн хийцтэй 2401 худаг шинээр, 1004 энгийн уурхайн худаг барьж ашиглалтад оруулснаар 8.2 сая мал сүрэг, 4.6 сая га талбай, 14.0 мянган малчин өрхийг усаар хангах ажлыг зохион байгуулсан.

Малын тоо толгойн өсөлтийг усаар хангах арга замуудыг малын тоо толгой 1990 оноос 2018 онд 2.6 дахин өсөж 66.5 сая толгой малтай болсон байна. Малын ус хангамжийн үндсэн эх үүсвэр болох инженерийн хийцтэй худгийн тоо 1990 оноос 1.7 дахин буурч, харин гар худгийн тоо 1.7 дахин өссөн нь усан хангамжийн түвшин буурсан сөрөг үр дүнтэй байсан. Тухайлбал, 1990 онд нийт худагт эзлэх инженерийн хийцтэй худгийн тоо 59 хувь байсан бол 2018 онд энэ тоо 29.5 хувь болж, найдвартай эх үүсвэрийн тоо буурч ирсэн.

Улсын хэмжээнд 2021 оны жилийн эцэст 50181 худаг тоологдсон, үүнээс өрөмдмөл худаг 16816, богино яндант 1793, энгийн уурхайн буюу гар худаг 31572 байна. Эдгээр худгийн 36620 нь хөдөөгийн бэлчээрт ашиглагдаж байна. Мал хувьд шилжсэнтэй холбоотой малчид өвөлжөө, хаваржаан дээрээ гар худаг гаргаж мал услах явдал эрс нэмэгдсэн.

Харин 2021 онд инженерийн хийцтэй худгийн тоо 2018 оноос 12.3 хувиар өссөн ба бэлчээрт ашиглагдаж байгаа нийт худгийн 33.0 хувийг эзлэх болсон нь найдвартай эх үүсвэрийн тоо нэмэгдсэн эерэг үр дүн гарч байна.

Малчин өрхийн ихэнх нь өвөл, хаврын бэлчээртээ жилийн нийт хугацааны 60-70 хувийг, зун намрын бэлчээрт 30-40 хувийг зарцуулдаг. Малчид өвөл, хаврын бэлчээртээ гол төлөв гар худгийг, зун намрын бэлчээртээ өрөмдмөл худгийг ашигладаг байгаль, цаг агаар, геологи, гидрогеологийн нөхцөлтэй холбоотой. Нийт гар худгийн 80 орчим хувь нь өвөл, хаврын улиралд ашиглагддаг, цас багатай үед нийт малыг гар худгаас услах бүтээмж байхгүй, зун нь хур тунадас багатай, өвөл нь цас бага орсон нөхцөлд мал усаар дутагдах явдал хаврын улиралд байнга тохиолдож, цаашид ч энэ байдал улам хүндэрч газар авах төлөвтэй байна.

Хөдөө аж ахуйн ус хангамж, ялангуяа мал аж ахуй болон газар тариалангийн ус хангамжийг шийдвэрлэх дараах арга, технологиудыг практикт өргөн хэрэглэхэд хууль эрх зүй, хөрөнгө оруулалтын дэмжлэг чухал байгаа болно. Тухайлбал:

Бэлчээрийн ус хангамжийг сайжруулах зарим практик шийдлийг өнөөдрийн байдлаар Хөдөөгийн хүн ам, мал аж ахуйг усан хангамжийг сайжруулах зориулалтаар худаг барих ажлыг стандартын (MNS6088:2010) дагуу худгийн ундарга нь нэг цагт 2 м^3 - 6 м^3 ус өгөх (0.6 л/с-1.7 л/с) хүчин чадалтай худгуудыг барьж байгуулж байна.

Одоогийн практикт 0.6 л/с-ээс бага, 1.7 л/с-ээс их ундаргатай худгийн цооногийн стандарт байхгүйтэй холбоотой ус хэрэглээг зарим талаар хязгаарлаж байна.

Бид бага ундаргатай цооног ашиглаж малчдын ус хэрэглээг хангах, ундарга сайтай цооногоор газар тариалангийн усны хэрэглээг нэмэгдүүлэх чиглэлээр стандарт боловсруулах хэрэгтэй байгааг тэмдэглэж байна.

Ялангуяа, том диаметрийн өрөмдлөгийн стандартыг боловсруулж, чанарын шаардлага хангасан худгуудыг гаргахгүй бол газар тариалангийн усны асуудлыг зохистой төвшинд шийдвэрлэх боломжгүй юм. Бага гүнтэй цооногийг том диаметрээр өрөмдөж усны хуримтлал үүсгэх шаардлага газар тариалангийн үйлдвэрлэлд бий болсон. Үүний зэрэгцээ газар доорх усны түвшнийг хянах ажиглалтын цооногууд байх шаардлагатай байна.

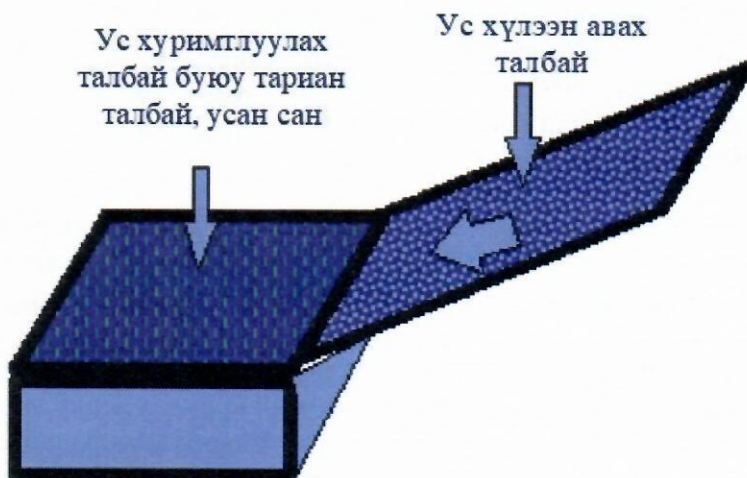
ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Хур тунадасны усыг хуримтлуулах

Манай улсын тухайд байгаль дахь цасны болон хаврын шар усны үер, их бага хэмжээний борооны усыг ашиглахгүй, хуримтлуулах тооцоо байхгүй зэргээс шалтгаалан хур тунадас элбэгтэй жил зарим аймаг, хот байнга л усанд автаж, хохирол амсаж байна. Борооны усыг ашиглах боломж манай улсад бүрэн бий. Гагцхүү бид энэ тал дээр санаачилгатай ажиллах хэрэгтэй юм.

Энэ талаар энгийн жишээ хэлье. Манай орны Хангайн нуруу, Хөвсгөл, Хэнтийн уулсаар 300-350 мм, Алтайн болон ойт хээрийн бүсэд 250-300 мм, Хээрийн бүсэд 150-250 мм, Говийн бүсэд 50-150 мм орчим бороо ордог нь бидэнд асар их байгалийн нөөц байгааг харуулж байна.

Усны эх үүсвэр болох гадаргын болон газар доорх ус хүрэлцээгүй, хуурай газар нутагт ус хангамжийн аюулгүй байдлыг хангах зорилгоор ус цуглуулах ажлыг хийдэг. Ус хуримтлуулах замаар хөдөөгийн хүн ам, малын ундны усны хангамжийг сайжруулах, шинэ соргог бэлчээрийг усжуулах, мод тариалах, ойжуулах замаар цөлжилттэй тэмцэх, жимс ногооны аж ахуй эрхлэх, загас үржүүлэх зэрэг үйл ажиллагааны усны хэрэгцээг хангахад дэмжлэг үзүүлэх энгийн арга, технологийг нэвтрүүлэх ажил хийгдэж байна. Ус хуримтлуулах ажлын үндсэн зарчмыг дараах зураг 1, 2-т үзүүлэв.



Зураг 1. Ус цуглуулах үндсэн зарчим



Жижиг ус цуглуулах талбай



Бэлчээрийн талбайд ус цуглуулах



Ус цуглуулах томоохон талбай



Байшингийн дээврийн ус цуглуулах



Газар дээр ус хуримтлуулах



Томоохон талбайд ус цуглуулах



Газар дээр ус хуримтлуулах



Газрын доорх усны хуримтлал

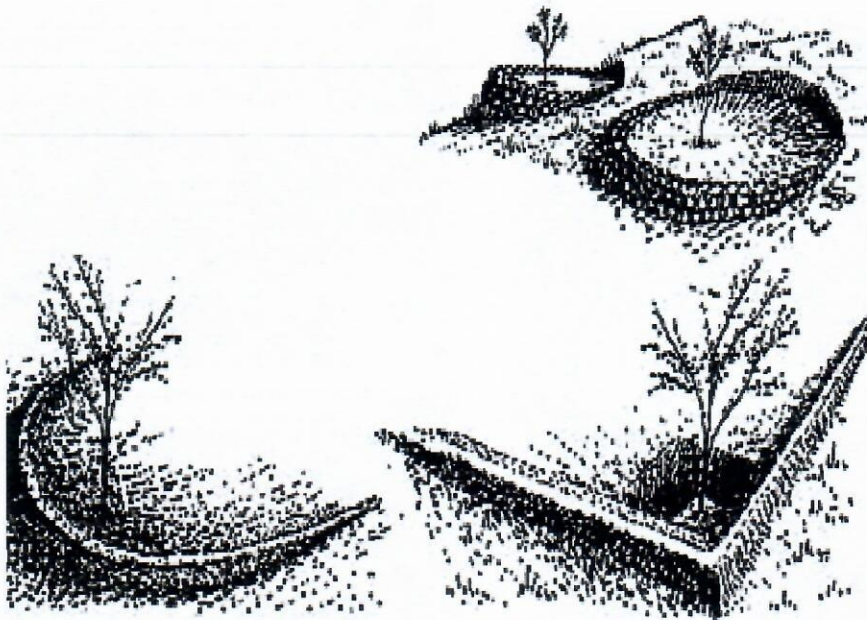
Зураг 2. Ус хуримтлуулах үндсэн төрүүдийн жишээг харуулав.

Ус хуримтлуулах үндсэн төрлүүд

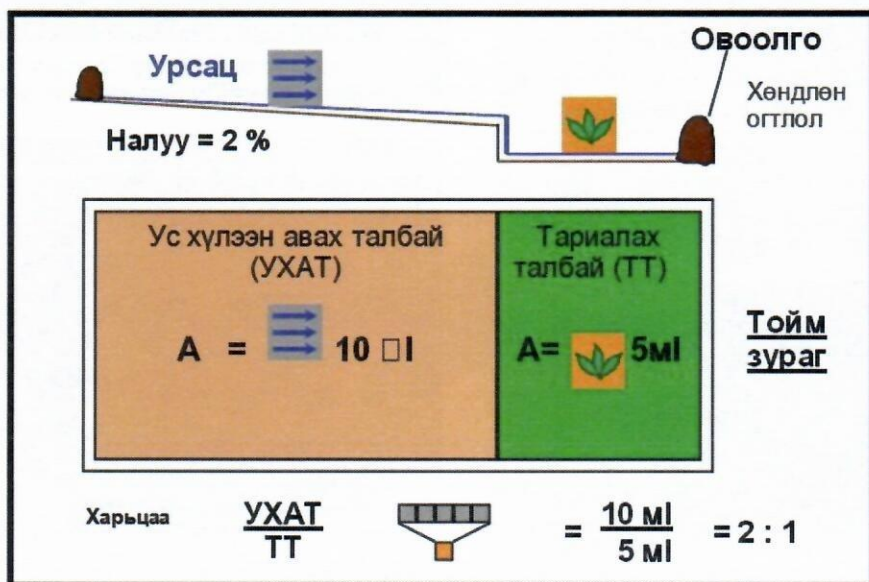
- 1) Жижиг ус цуглуулах талбай

- 2) Томоохон ус цуглуулах талбай
- 3) Үерийн усыг хураах

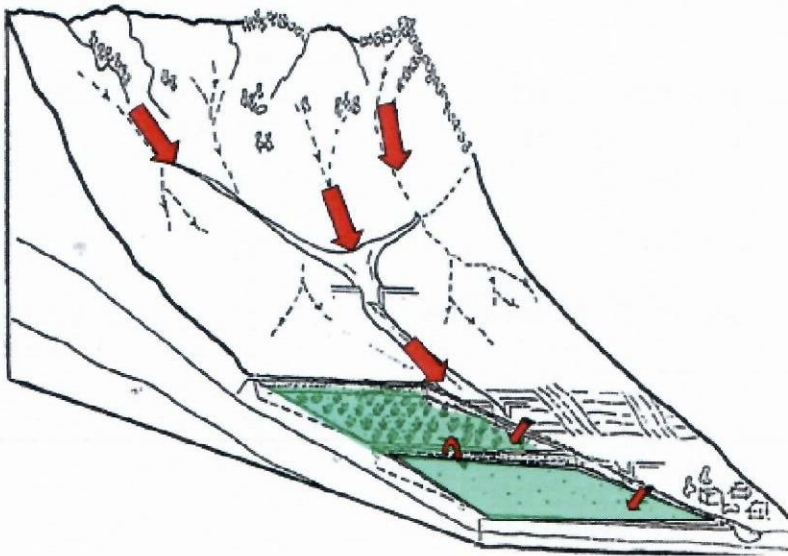
Хаана жижиг ус цуглуулах ажил хийгддэг бэ? Жилийн борооны хэмжээ мод тариалахад нь 200 мм-ээс (зуны бороотой газар нутагт), ургац хураалтад 300-ээс их байх шаардлагатай бадаг. Жижиг ус цуглуулах 3 төрлийн талбайг байдгийг зураг 3-т тус тус үзүүлэв. Ус цуглуулах ерөнхий жижиг талбайн жишээг зураг 4-т үзүүлэв.



Зураг 3. Жижиг ус цуглуулах талбайн загварыг харуулав.

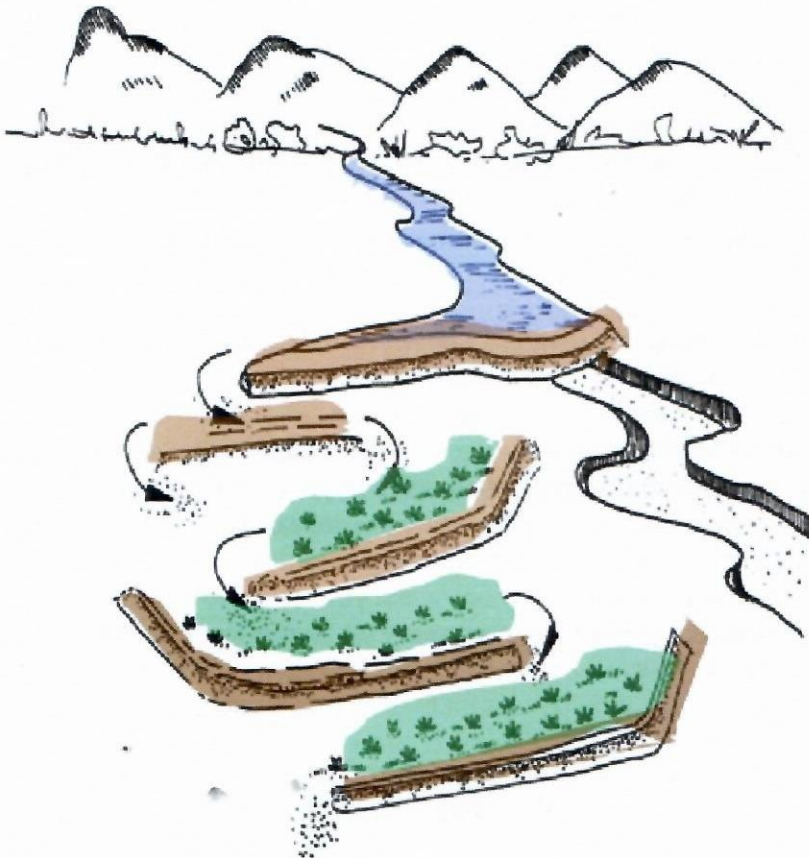


Зураг 4. Ус цуглуулах ерөнхий жижиг талбайн жишээ



Зураг 5. Ус цуглуулах том талбайн жишээг харуулав.

Үерийн усыг хураах болон томоохон голын усыг улирлын шинжтэй хуримтлуулахын тулд иж бүрэн хаалт далангийн барилга байгууламж барих боломжтой (зураг 5, 6). Үерийн усыг хуримтлуулах нь ургамлын хөрсний чийгийг хангах, газрын доорх усны гэжээл бий болгох үерийн уснаас үүсэх хөрсний эвдрэлийг багасгах зэрэг ажлыг таниулах, арга барилд сургах ажлыг аймаг, орон нутагт зохион байгуулж байна.



Зураг 6. Үерийн усыг хуримтлуулах талбайг жишээг харуулав.

Ус цуглуулах талбайн сонголт хийх, боломжит хувилбарууд

- Хамгийн тохиромжтой газрыг газар зүйн мэдээллийн систем, хиймэл дагуулын өгөгдлүүд ба агаарын фото зураг, талбайтай танилцах зэргээр таньж тогтооно.
- Газар зүйн мэдээллийн систем нь талбайг шаардлагатай онцлог шинжүүдээр нь тодорхойлон олох ба янз бүрийн байр зүйн мэдээллүүдтэй холбох боломжтой.
- Жижиг ус цуглуулах талбай барьж байгуулах нь том талбайг бодвол хямд, амар бөгөөд их хэмжээний усыг цуглуулж чадах боловч нягтрал нь бага байдаг.
- Үерийн усыг хуримтлуулах илүү ашигтай байдаг.

НҮБ-ын Хүнс, Хөдөө аж ахуйн байгууллагаас гаргадаг зөвлөмжид жилийн борооны хэмжээ 300 мм-ээс дээш бүс нутагт үерийн усыг хураах болон томоохон голын усыг улирлын шинжтэй ашиглах үерийн хаалт, далангийн барилга байгууламж барих боломжтой гэж зөвлөдөг. Борооны хэмжээ 200 мм-ээс дээш хээрийн бүс нутагт бага хэмжээтэй ус цуглуулах ажлыг энгийн арга, технологийн дагуу хийх бүрэн боломжтой.

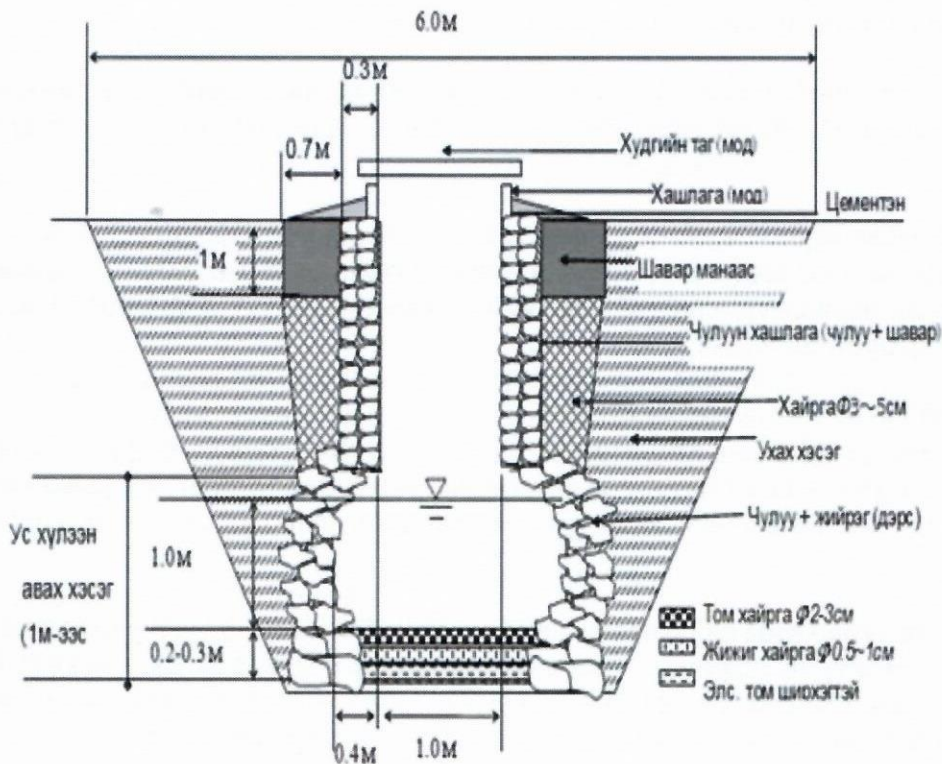
Борооны усыг цуглуулах, хуримтлуулах арга, технологийг ашиглах цаг болсон, бүр оройтож байна. Ялангуяа өндөр уулын болон ойт хээрийн бүсийн аймгуудын малчдын зун, намрын бэлчээрт болон тариалан эрхлэгчдэд ус хуримтлуулах байгалийн хөв цөөрөм байгуулах ажлыг Аймаг, орон нутгийн Засаг дарга нар зохион байгуулан хөрөнгийг шийдэх боломж хууль, эрх зүйн хүрээнд шийдвэрлэгдсэн.

Говийн бүс нутагт гар худаг гаргах арга, технологи

Энэ арга технологи нь манай орны Мал аж ахуйн салбарт бүрэн нэвтэрсэн. Ялангуяа малчдын өвөл, хаврын бэлчээрт гар худаг гаргах ажлыг сүүлийн 10 гаруй жилийн хугацаанд орон нутагт зохион байгуулж ирсэн. Энэ ажлын үр дүнд малын тоо доод тал нь 2 дахин өсөх боломжийг бүрдүүлсэн.

Хөрс ба байгаль орчны нөхцөлөөс хамааран гар худгийг чулуугаар хашсан, модоор хашсан гэж үндсэн 2 хэлбэрт хувааж үздэг. Говийн бүс нутагт хөрс нь элсэрхэг, нурамтгай, модон материалын олоц муу байдаг зэргээс шалтгаалан ихэвчлэн чулуун хашлагт худаг байгуулдаг уламжлалтай. Чулуугаар хашсан худгийн бүтцийг зураг 7-д үзүүлэв.

- Ус хүлээн авч нөөцлөх хэсгийг хангалттай зайтай болгохын тулд ус авах хэсэг (цээл) -ийн хашлагыг хүнхэр хийнэ.
- Ус хүлээн авах хэсгийг чулуугаар хашихдаа хашлага чулууны завсраар дэрс зэргийн ургамлаар жийрэг хийж чулуунуудыг нурахааргүй өрж тавина. Энэ жийрэг нь шүүлтүүрийн үүргийг давхар гүйцэтгэнэ.
- Ус хүлээн авах хэсгийн дээд талын хашлагыг хийхдээ чулууг цементэн зуурмагаар гагнаж өгнө. (модор хаших тохиолдолд энэ хэсгийг модоор хийнэ.)
- Худагт гадаргын бохир усыг оруулахгүйн тулд амсрын доод хэсэгт худгийн хашлагийн гадна талаар 1 метр хүртэл гүн шавар манаас хийнэ.



Зураг 7. Чулуугаар хашсан худгийн бүтэц

Цэвдэг бүхий бэлчээрийн ус хангамж

Сүүлийн жилүүдэд цэвдэг чулуулаг тархсан бүс нутгийн бэлчээр усжуулалтын хүрэлцээгүй байдал тулгамдсан асуудал болж байна.

Өндөр уулын бүс буюу Хөвсгөл, Завхан аймгийн тус бүр 10 сум, Баянхонгор аймгийн 7 сум, Архангай аймгийн 4 суманд олон жилийн цэвдэг чулуулаг тархсан нь бэлчээрийн мал аж ахуйг өвөл, хаврын улиралд усаар хангах боломж багатай, жилийн дөрвөн улиралд худгийн цооног хөлдөх, ашиглалтын зардал өндөр, өвөл, хаврын улиралд бүрэн ашиглах боломжгүй.

Тухайлбал, Хөвсгөл аймгийн малын 30.4 хувь, Завхан аймгийн малын 41.8 хувь, Архангай аймгийн малын 17.7 хувь нь найдвартай ундны усны эх үүсвэргүй, нэг худгаас услах малын тоо 10.0 мянгаас дээш, ус хүрэлцээгүй голдуу гадаргын усаар ундаалж байна.

Манай яам 2020 оноос эхлэн цэвдэг тархсан бүс нутгийн бэлчээрийг усжуулах арга хэмжээг төлөвлөн хөрөнгө оруулалтыг шийдвэрлэх тухай санал боловсруулан Засгийн газар, олон улсын байгууллагад хүргүүлэн ажиллаж байна.

Иймд сэргээгдэх эрчим хүчийг мал аж ахуйн усан хангамжид дараах чиглэлээр ашиглаж байгаа, цаашид хэрэглээг өргөтгөх шаардлагатай байна.

- Архангай, Баянхонгор, Хөвсгөл, Завхан аймгийн бэлчээрийн худагт нарны эрчим хүчийг ашиглан газрын гүн дэх цэвдэг хөрсийг гэсгэлэн байдалд оруулж усыг ашиглахад өргөн хүрээтэй хэрэглэх,

- Говийн болон тал хээрийн аймгуудад нарны эрчим хүчээр ажилладаг ус шахуургатай худгийг шинээр барьж байгуулах,

Нарны эрчим хүчийг газрын гүнээс ус татах ажилд ашиглах арга, технологи практикт бүрэн нэвтэрсэн ба бэлчээрийн усан хангамжийг шийдвэрлэх боломжийг бүрдүүлээд байна.

Харин сэргээдэх эрчим хүчээр ажиллах худгийн барьж байгуулах ажил нь анхны хөрөнгө оруулалтын зардал өндөртэй ч, ашиглалтын зардал багатай, байгаль орчинд ээлтэй, урт хугацаанд үр ашигтай, гагцхүү хөрөнгө оруулалтыг шийдвэрлэх, дэмжлэг үзүүлэх шаардлагатай байна.

Усалгаатай газар тариалан

Монгол орны усны нөөц хомс, жигд бус тархалттай, гадаргын урсац бүрдүүлдэг томоохон голууд гадаад далайд урсан гардаг газар зүйн онцлог нь усалгаатай газар тариалангийн үйлдвэрлэлийг хөгжүүлэх боломжийг өнөөдөр ч хязгаарласан хэвээр байна.

Түүнчлэн хур тунадасны байдлаас газар тариалангийн үйлдвэрлэл шууд хамаардаг, хур тунадасны хэмжээ нь таримал ургамлын усны хэрэгцээг хангаж чаддаггүй нэмэлт усжуулалт шаардлагатай болдог. Тухайлан авч үзвэл, таримал ургамлын хөгжлийн үе шат бүрд, ургамлын өсөлт, хөгжлийн, боловсорч гүйцэх дунд буюу ургац хураах хүртэлх үе шатанд шаардлагатай усжуулалтын ажлыг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй явуулах ажил төр, засаг, шинжлэх ухааны байгууллага, хувийн хэвшлийн бүхий л түвшинд үгүйлэгдэж байгааг тэмдэглэж байна.

Усны хайгуул, төсөл, эрдэм шинжилгээний институтээс /хуучин нэрээр/ 1978-1983 онд гүйцэтгэсэн усалгаатай тариалангийн талбайн фондын судалгааны үр дүнгээр усалгаатай ашиглаж болох талбайн хэмжээ 400.0 мян.га гэсэн урьдчилсан үнэлгээ байдаг.

Өнөөгийн байдлаар Монгол Улсад тариалангийн 950 гаруй мянган га эргэлтийн талбай ашиглагдаж байгаагийн 62.5 мянган га (6.6 хувь) талбайд инженерийн болон энгийн хийцтэй услалтын систем ашиглагдаж байгаа нь харьцангуй бага үзүүлэлт юм.

Сүүлийн жилүүдэд Засгийн газраас усалгаатай тариалангийн талбайн нэмэгдүүлэхэд анхаарч БНХАУ-ын хөнгөлөлттэй зээлээр хэрэгжиж буй “ХАА-н бүтээгдэхүүнийг дэмжих” төслийн хүрээнд нийлүүлэгдсэн үр тариа, тэжээлийн таримал тариалагчид төмс, хүнсний ногоо, жимс, жимсгэнийн тариалан эрхлэгч нарт 50 хувийн хөнгөлөлттэй нөхцөлөөр усалгааны тоног төхөөрөмж, бага оврын бороожуулагч, дуслын усалгааны 165 ширхэг тоног төхөөрөмжийг 58 аж ахуйн нэгж, 22 иргэнд олгож усалгаатай тариалангийн талбайг 7.0 мян.га-аар нэмэгдүүлэх боломжийг бүрдүүлсэн.

Түүнчлэн Азийн хөгжлийн банкны 40.0 сая.ам долларын зээлийн хөрөнгөөр “Хүнсний ногооны үйлдвэрлэл ба усалгаатай хөдөө аж ахуй” төслийн хүрээнд Баян-Өлгий, Говь-Алтай, Ховд, Завхан, Хэнтий, Сэлэнгэ, Төв аймагт 6000 га талбайд услалтын систем байгуулах зэрэг томоохон төслийг хэрэгжүүлж эхлээд байна.

Усжуулалт хийхэд шаардлагатай олон жилийн борооны өгөгдөлд статистик дүн шинжилгээ хийх, бороо орох магадлал, хур тунадасны хэмжээ зэргийг судлан тогтоох ажил тэр бүр хийгдэхгүй байгаа, мөн бороотой болон хуурай цаг агартай байх үеийн

усжуулах арга, технологийн тухай заавар, зөвлөмж зэргийг ч боловсруулан гаргах хэрэгтэй байна.

Үүнээс гадна агаарын температур, чийгшилт, ууршил, салхи, солирын цацраг туяа, газар нутгийн байрлал зэрэг олон хүчин зүйлийг газар тариалангийн бүс бүрээр судлан тогтоох ажил тэр бүр хийгдэхгүй бодлогын гадна байгааг хэлэх нь зүйтэй.

Дээр дурдсан судалгааны ажлуудыг хийхгүйгээр усалгаатай тариаланг хөгжүүлэх төрийн бодлого хэрэгжих, баталгаатай ургац авах, хүн амын хүнсний хангамжийг нэмэгдүүлэх боломж бүрдэхгүй байгаад бид бүх түвшиндээ анхаарах цаг болсон.

Хэдийгээр газар тариалангийн үйлдвэрлэлд усалгаатай тариаланг сэргээн хөгжүүлж байгаа ч нэгж талбайгаас хураах ургацын хэмжээ төдийлөн нэмэгдээгүй, 2008-2018 оны дунджаар үр тариа 21.5 цн/га, төмс 123.0 цн/га, хүнсний ногоо 130.1 цн/га байгаа нь олон улсын дундаж үзүүлэлтээс 2-3 дахин бага байгааг тэмдэглэж байна.

Хүнсний үйлдвэрийн ус хэрэглээ

Хүнсний үйлдвэрлэлийн салбарт 1900 гаруй үйлдвэр, цех үйл ажиллагаа явуулж, 12.0 мянга гаруй хүн ажиллаж байна.

Монгол улсад өнөөдрийн байдлаар усны чанарт хамаарах 130 гаруй стандартыг мөрддөг. Эдгээр стандартыг хамрах хүрээгээр нь ангилбал усны чанарын нийтлэг асуудалд хамаарах, байгалийн усны, ундны усны, үйлдвэрлэлийн усны, бохир усны, усны шинжилгээний нийтлэг зориулалттай, усны хими шинжилгээний, усны физик чанарын шинжилгээний аргын, усны биологийн шинж чанарын шинжилгээний, усны чанарт хамаарах зэрэг стандартууд байна. Жишээлбэл, үйлдвэрүүдийн технологийн хэрэгцээнээс гарах бохир ус нь “Ариутгах татуургын сүлжээнд нийлүүлэх хаягдал усны ерөнхий шаардлага” MNS 6561:2015 стандартыг хангаж үйл ажиллагаа явуулдаг.

Улаанбаатар хотын ус ашиглалтын 2022 оны жилийн мэдээгээр ашигласан усны нийт хэмжээ 47.07 сая. м³, үүнээс хүн ам унд, ахуйн хэрэглээнд 36.5 сая. м³, үйлдвэрлэлд 3.03 сая. м³ ус ашигласан байна.

Ус сувгийг удирдах газартай гэрээтэй, усны тоолууртай хүнсний үйлдвэрүүдийн ус хэрэглээг дараах байдлаар гаргав. Харин боловсруулах үйлдвэрлэлд 2.89 сая.м³, үүнээс хүнсний үйлдвэрлэлд 946.7 мян.м³, архи пиво ундааны үйлдвэрлэлд 1.46 сая.м³ ус ашигласан байна.

Өнөөгийн байдлаар 21 аймаг, Улаанбаатар хот дахь хүнсний үйлдвэрлэлийн салбарт ажиллаж байгаа үйлдвэр, цехийн ус ашиглалтын байдлыг бүрэн гаргасан мэдээлэл тэр бүр байхгүй байна.

Энэ чиглэлээр бид хамтын ажиллагаагаа сайжруулах, ялангуяа усны эх үүсвэрийн худгуудыг бүрэн тоолууржуулах, хэдий хэмжээний усыг тухайн эх үүсвэрээс ашигласан, ашигласан усны хэдэн хувийг бохирдуулсан зэрэг бодит тооцоог сайтар гаргах шаардлагатай байна аа.

Хөнгөн үйлдвэрийн ус хэрэглээ

Хөнгөн үйлдвэрийн салбарын нийт экспорт 2022 оны жилийн эцсийн байдлаар 507.8 сая ам доллар, нийт импорт 703.2 ая ам долларт хүрсэн байна. Нийт экспортын хэмжээ

2020 оноос 2022 онд 1.74 хувиар, ялангуяа нэхмэл, нэхмэлийн бүтээгдэхүүний хамгийн их буюу 1.75 хувиар өссөн байна.

Монгол Улсад жилд 50 000 тн орчим ноос, ноолуур, сарлагийн хөөвөр бэлтгэдэг ба 54 310 тн угаах хүчин чадал бүхий 34 үйлдвэр байна. Нэг тонн ноос, ноолуурыг угаахад дунджаар 55.0 м³ ус хэрэглэгдэхээр нормчлогдсон ба жилдээ ойролцоогоор 50000 тн түүхий эдийг боловсруулахад 2.75 сая.м³ ус, харин 1000 ширхэг бодын арьс боловсруулахад 230 м³, ус хэрэглэхээр тооцвол, арьс ширэн бүтээгдэхүүний хувьд жилд дунджаар 6000 мянган ширхэг арьс, шир боловсруулахад том арьсаар тооцоход 1.38 сая. м³ ус хэрэглэдэг буюу нийт 4.13 сая. м³ ус хэрэглэж байна.

Түүнчлэн салбар дахь ноос ноолуур, арьс шир, мод, модон тавилга, оёмол бүтээгдэхүүн, хувцас үйлдвэрлэл, хэвлэл, сав баглаа боодол, дахин боловсруулах, гоо сайхан, ахуйн химийн нийт 3238 аж ахуй нэгж, үйлдвэр үйл ажиллагаа явуулж, 44000 орчим хүний ус хэрэглээг нарийвчлан тогтоох шаардлагатай байгаа болно.

ДҮГНЭЛТ

1. Хөдөөгийн хүн ам, мал аж ахуйг усаар хангах зорилтын хүрээнд 2018-2022 онд улсын төсөв, гадаадын төсөл, хөтөлбөр болон орон нутгийн 79.9 тэрбум төгрөгийн хөрөнгө оруулалтаар 12119 худгийг барьж байгуулан 57.5 мянган малчин өрхийн 33.2 сая толгой малыг усаар хангах ажлыг зохион байгуулсан эерэг үр дүн гарсан байна.
2. Ус хэрэглээг салбар тус бүр өөр өөрийн арга зүй, аргачлалаар тооцож байгаа нь тоон үзүүлэлтийг бодитой эсэхэд усны мэргэжилтэн, эрдэмтэд эргэлзэж байна. Эдгээр тоон үзүүлэлтүүдэд дүн шинжилгээ хийх нь байгаль дахь усны нөөцөөс хэдий тоо хэмжээний усыг ашигладаг, хэдий хэмжээний усыг бохирдуулдаг, эдгээр үзүүлэлт нь газар доорх усны нөөц, нөөцийн нөхөн бүрдүүлэлтэд ямар ачаалал үзүүлж байгаа зэргийг бодитой тогтоож дүгнэлт гаргах шаардлагатай байна.
3. Байгалийн усны нөөцийг өвөл, хавар, зун, намрын улиралд болон ус дутагдалтай бүс нутагт хэрхэн хуваарилах, томоохон уул уурхайн болон бусад үйлдвэрүүдэд усны нөөц хүрэлцэх үү, эс хүрэлцэх талаар усны нөөцөд тулгуурлан ашиглах менежментийн нэгдсэн бодлого үгүйлэгдэж байна.
4. Газар тариалангийн үйлдвэрлэлд усалгаатай тариалалтыг нэмэгдүүлэх чиглэлээр өмнө хийгдсэн усалгаатай талбайн судалгааг шинэчлэх, зарим орхигдсон талбайд судалгаа хийх, судалгааг шинээр явуулах, цас борооны усыг хуримтлуулан ашиглах, томоохон голуудад урсацын тохируулга хийх, усыг хэмнэлттэй зарцуулах, усны ууршилтыг багасгах зэрэг арга, технологи нэвтрүүлэх, хөрс хамгаалах, түүн дэх чийгийг тогтоон барих зэрэг олон арга хэмжээг бодлогын түвшинд авч үзэж хэрэгжилтийг зохион байгуулах шаардлагатай байна.

Цаашид авах арга хэмжээ хур тунадасны усыг хуримтлуулах талаар Аймаг, нийслэл, сум, дүүргийн Засаг дарга дараах арга хэмжээг хэрэгжүүлэх шаардлагатай байна. Үүнд:

- Бороо, үерийн усыг хуримтлуулах усан сан, далан байгуулах замаар усны хэмжээг нэмэгдүүлэн бэлчээр усжуулалт, газар тариалангийн үйлдвэрлэлд ашиглах арга хэмжээ авч ажиллах,

- Аймаг, нийслэл, төв суурингийн аль хэсгээр үер буудаг, хэдий хэмжээний ус ирэх магадлалтай болон үерийн замыг тодорхойлж урсацын хэмжээг тооцоолон бүрэн зураглал гарган олон нийтэд танилцуулах,

Тухайн газар нутаг дахь үерийн усыг энгийн арга, технологи ашиглан хуримтлуулж хөрсний чийгийг хангах, газар доорх усны тэжээл бий болгох, үерийн уснаас үүсэх хөрсний эвдрэлийг багасгах арга хэмжээг төлөвлөн хэрэгжүүлэх,

Говийн болон тал хээрийн бүсийн аймгуудын бэлчээрийг усжуулах ажилд малчдын хөдөлмөрийг хөнгөвчилсөн, худгийн засвар үйлчилгээ, ашиглалтын зардлыг хямдруулсан нарны эрчим хүчээр ажиллах ус шахуургатай болон газрын гүн дэх цэвдэг хөрсийг гэсгэлэн байдалд оруулж ус ашиглах нарны эрчим хүч ашиглах технологитой худгуудыг улсын төсөв, гадаадын төсөл, хөтөлбөрийн хөрөнгө оруулалтаар барьж байгуулах ажлыг зохион байгуулах,

3Мал аж ахуй, газар тариалан, хөнгөн үйлдвэрүүдийг усаар хангах шинэ эх үүсвэрүүдийн нөөцийг бодитой тогтоох арга хэмжээ авах зэрэг асуудал тулгамдаж байна.

АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

- [1] “Хөдөөгийн усан хангамжийг сайжруулах зарим арга зам. Д.Батмөнх., Н.Батсүх., Р.Оюунсүрэн., Д.Мөнхгэрэл., Б.Анар-Од. Улаанбаатар хот. 2023 он. 4 дэх хэвлэл. Хуудас 19-23, 45.
- [2] Үндэсний статистикийн хороо. Худаг, уст цэгийн тооллогын дүн мэдээ. (1998-2022)
- [3] ХХААХҮЯ., “Шинэ худаг барьж байгуулах ажил”-ын болон “Бэлчээрт устай цэг тогтоох хайгуул, судалгаа”- ны ажлын тайлан, нэгтгэл. (1998-2022)
- [4] Resources-oriented Water Management. Wang Shucheng. (2nd Edition). World Scientific.

ШАРЫН ГОЛЫН САВ ГАЗРЫН ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ ТОЙМ НӨӨЦ

З.Бямбасүрэн, Б.Одсүрэн, С.Чинзориг

ШУА, Газарзүй, Геоэкологийн Хүрээлэн, УНУАС

Имэйл: byambasurenz@mas.ac.mn

ABSTRACT

The base study with theme: “Ecological monitoring study of a river vulnerable to human activities in the water resource and water utility sector of the Geography and Geo-Ecological Institute (based on the example of Shariin Gol River)” is made with the purpose of determining regional underground water resource of the Shariin Gol River basin in line with the geological structure and hydrogeological conditions.

The resource estimation used the hydrogeological maps with various scales and well data etc. in accordance with the methodology to develop the general water resource management plan of Mongolia with 29 water basins.

With estimation of the renewable resource, amount of water to be added to the underground water under influence of the natural water circulation within the basin is determined. Estimation of approximate utility resource is done and it is now possible to predict the areas with utility resource or usable resource within the basin.

This kind of study has never been conducted before in the Shariin Gol river basin and it is a core information to develop the management plan of the basin.

Keywords: Hydrogeology, Renewable groundwater, Potential exploitable

ХУРААНГУЙ

Газарзүй Геоэкологийн хүрээлэнгийн Усны нөөц, ус ашиглалтын салбарт хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөлд өндөр эрсдэлтэй голын экологийн мониторинг (Шарын голын жишээн дээр) суурь судалгааны сэдэвт ажил хийгдсэн бөгөөд судалгааны ажлын хүрээнд геологийн тогтоц, гидрогеологийн нөхцөлтэй уялдаад Шарын голын сав газрын хэмжээнд газрын доорх усны тойм нөөцийг тогтоохоор зорьсон. Улсын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөөг усны 29 сав газраар боловсруулах арга аргачлалын дагуу нөөцийн тооцоонд төрөл бүрийн масштабтай гидрогеологийн зураг, худгийн мэдээлэл зэргийг ашигласан. Нөхөн сэргээгддэг нөөцийг тооцсоноор сав газрын хэмжээнд байгаль дахь усны эргэлтийн нөлөөгөөр газрын доорх усны нөөцөд нэмэгдэх усны хэмжээг тодорхойлов. Ашиглалтын баримжаат нөөцийг тооцсоноор сав газрын хэмжээнд ашиглалтын нөөц буюу ашиглах боломжит нөөц байж болох талбайг урьдчилан таамаглах боломжтой болсон. Уг судалгааны ажил нь Шарын голын сав газарт урьд өмнө нь хийгдээгүй байснаараа шинэлэг болсон бөгөөд сав газрын менежментийн төлөвлөгөөг боловсруулахад үндсэн мэдээлэл болно.

Түлхүүр үгс: Гидрогеологи, Нөхөн сэргээгддэг, Ашиглалтын баримжаат,

ОРШИЛ

Монгол орны усны менежментийн асуудал зохион байгуулалтгүй, шийдвэр гаргах үйл явц сул, усны ашиглалтад тавих хяналт хангалтгүй, усны хэрэглээ үр ашиггүй, холбогдох байгууллагуудын үйл ажиллагаа уялдаа холбоогүй буюу зөрчилтэй зэрэг нь усны салбарт тулгамдаж буй өнөөгийн асуудлууд юм. Эдгээр асуудлуудад нөлөөлөгч хүчин зүйлүүдийн нэг бол усны нөөцийн мониторинг, усны менежментийн судалгаа шинжилгээ хангалтгүй байгаа явдал юм (2030 Water Resources Group, 2014).

Орхон гол, түүний цутгал голуудад усан орчны экологийн мониторинг судалгаа Монгол орны бусад голуудтай харьцуулахад харьцангуй сайн хийгдсэн, хийгдэж байгаа ч бидний сонгон авсан Шарын голын сав газарт тун хомс байна.

Монгол улс хүн амын ундны усны 95 хувийг газрын доорх усаар, 5 хувийг гадаргын усаар хангадаг бөгөөд газрын доорх усны нөөцийн судалгаа их шаардлагатай байдаг.

Газрын доорх усны нөөц гэдэг ойлголтод дэлхийн чулуулаг бүрхүүлд байгалийн болон зориудын хүчин зүйлсийн нөлөөний дор хуримтлагдсан буюу зарцуулагдаж байгаа усны тоо хэмжээг хамааруулдаг бөгөөд нарийвчлан олон ангилна [1].

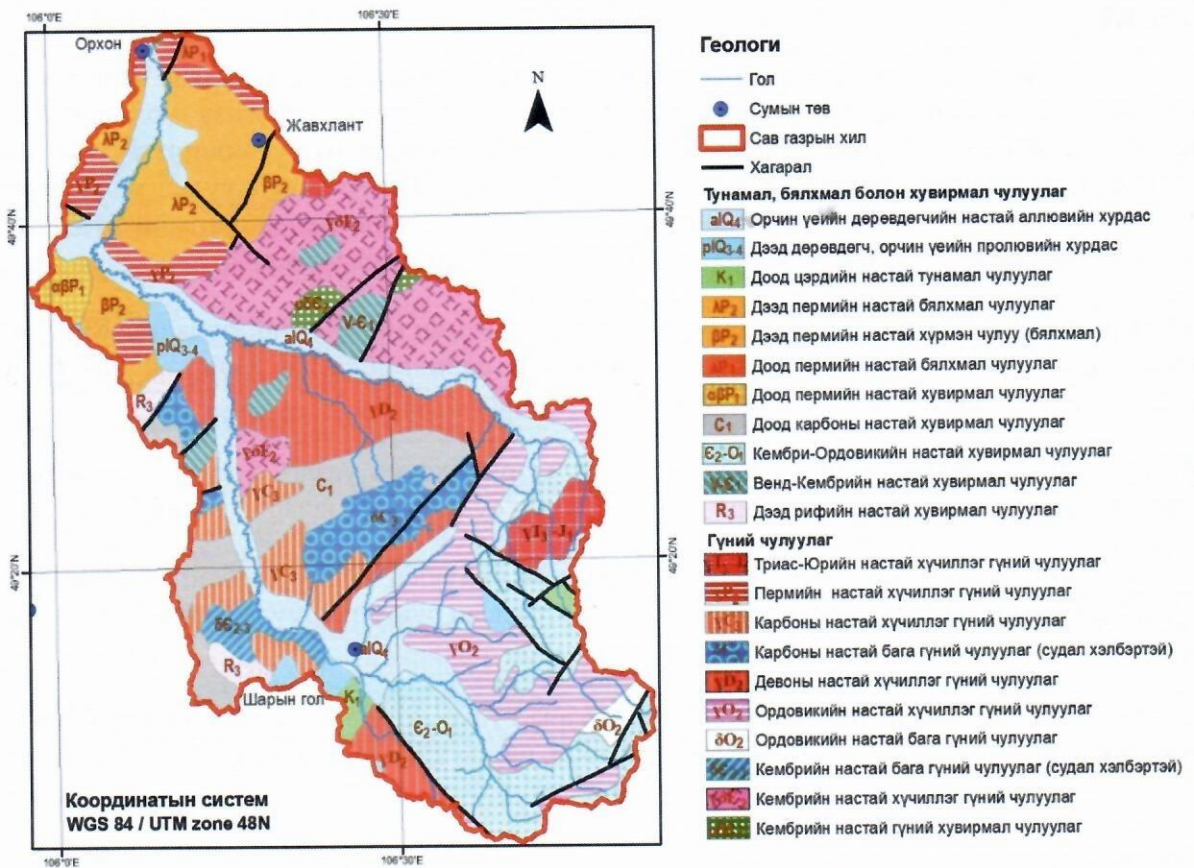
Бид судалгааны ажлаар Шарын голын сав газрын газрын доорх усны региональ нөөц буюу газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөц, болон ашиглалтын баримжаат нөөцийг тооцов.

Шарын голын сав газар нь Монгол орны гидрогеологийн 1: 1000 000 - 1996 оны зураглалд хамрагдсан байна. Анх 1965 онд Шарын голын уурхайн гидрогеологийн судалгааг В.В.Павлов, Н.Н.Кочкалда, Н.Ф.Чемоданова, А.Чимэддорж нар хийж байжээ. Мөн Шарын гол тосгоны ус хангамжийн судалгааг ЗХУ-ын Инженерийн хайгуулын судалгааны улсын институтын Монголын экспедиц 1974-1975 онд Буянт голын хөндийд явуулж байжээ [2]. 2010 онд Шарын гол сумын усан хангамжийн зориулалтаар сумаас хойш 4-5 км Бууртын хөндийд ордын хайгуул судалгаа хийгдэж нөөц тогтоогджээ. 2019 онд Буянтын эх үүсвэрийн нөөцийг тогтоох судалгааг Танан импекс ХХК тус тус хийж байжээ [3].

Сав газрын геоморфологи, геологийн тогтоц

Геоморфологийн хувьд Шарын голын сав газар нь ерөнхийдөө уулархаг бүс нутагт хамаарах бөгөөд уул нурууд, тэдгээрийн хормой, бэл, уулс доторх гол, горхийн хөндий, ам, судгаас бүрддэг. Шарын голын сав газрын эх нь Хэнтийн нурууны баруун хойд хэсэгт далайн түвшнээс дээш 2600 м үнэмлэхүй өндөрт бүрэлдэж байхад голын адаг нь Орхон голд цутгаж буй 800 м орчим үнэмлэхүй өндөртэй өргөссөн хөндийгөөс тогтдог.

Ай сав нь Хойт Монголын атираат системд багтах бөгөөд геологийн тогтцын хувьд маш нийлмэл ба эффузив, эффузив-тунамал, палеозой (PZ), мезозойн (MZ) гүний чулуулаг ихээхэн тархсан бөгөөд янз бүрийн настай интрузив чулуулгаар зүсэгдсэн байдаг. Шарын голын хөндийн нь геологи-литологийн хувьд интрузив цогцолборын чулуулгаас бүрдэх бөгөөд палеозойн габбро, диорит, цахиур диоритээс бүрэлдэн тогтоно. Мөн микродиорит, боржин зэрэг мезозойн интрузив чулуулаг өргөн тархсан. Орчин үеийн дөрөвдөгчийн хурдас нь Шарын голын хөндийд бүхэлд нь тархсан бөгөөд голын ёроол, хажуу талууд элюви-делювийн хурдсаар хучигдсан [4] (Зураг 1).

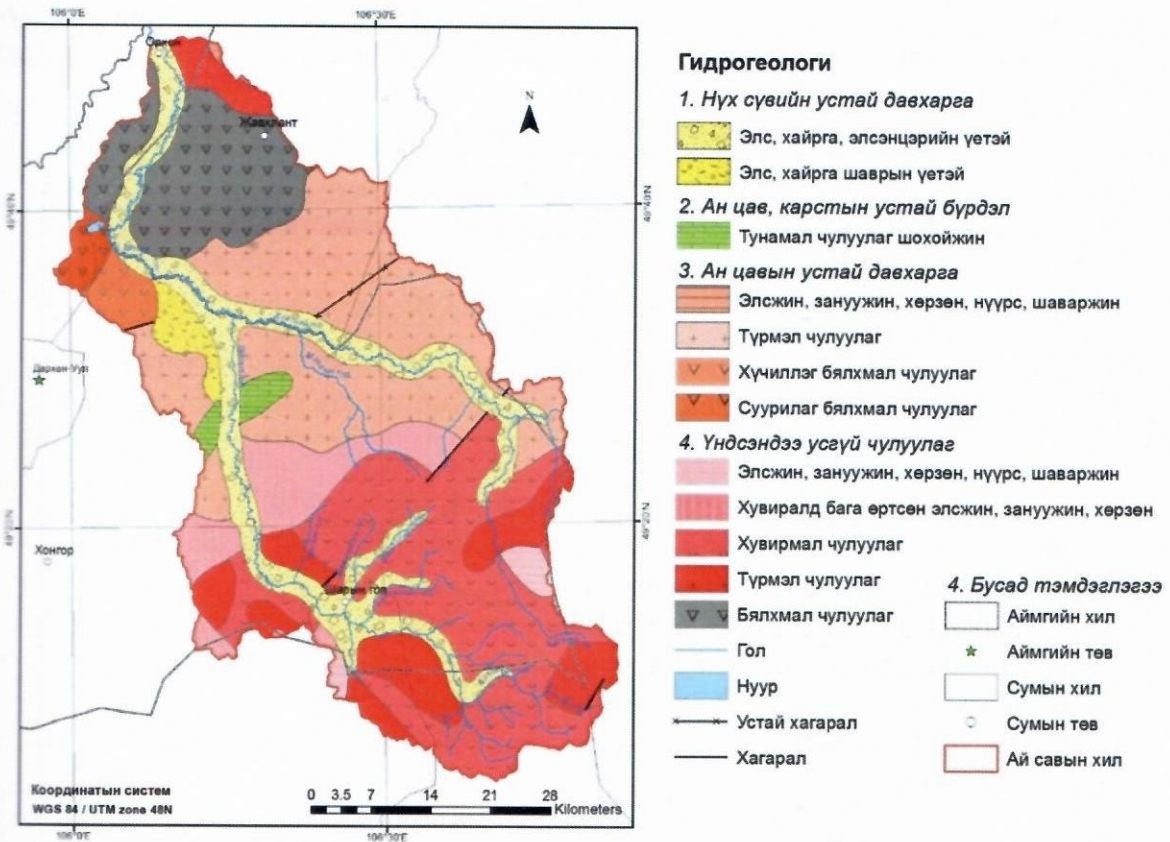


Зураг 1. Шарын голын сав газрын геологийн зураг

Сав газрын гидрогеологийн нөхцөл

Сав газрын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд бүс нутгийн шинж төрхтэй гидрогеологийн нөхцөлийг илэрхийлж буй газрын доорх усны тархалт, бүрэлдэх зүй тогтол болон геологийн тогтцын байгалийн суурь нөхцөлийг үндэслэн гидрогеологийн давхарга зүйчлэлийн хувьд дараах уст үе давхарга, газрын доорх усны хуримтлал, бөөгнөрлийг ялгадаг. Үүнд:

- Аллювийн гарал үүсэлтэй, орчин үеийн сэвсгэр хурдасны уст үе давхарга (aIQII)
- Зөөгдлийн гарал үүсэлтэй, плейстоцены настай, сэвсгэр хурдасны зузаалаг дахь алаг цоог тархалттай газрын доорх ус (pI-dIQI)
- Дээд-дунд юрийн Шарын голын давхаргадасны тунамал хурдасны уст давхарга (J2-3)
- Дунд-хожуу девоны гүний чулуулгийн ан цавын усажсан бүсийн газрын доорх ус (D2-3)
- Түрүү палеозойн гүний чулуулгийн ан цавын усажсан бүсийн алаг цоог тархалттай газрын доорх ус (PZI)



Зураг 2. Шарын голын сав газрын гидрогеологийн зураг

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөцийг (байгалийн нөөц баялаг) тооцоолсон арга зүй

Гадаргын болон газрын доорх усны олон жилийн дундаж урсац 1:1000000-ын зурагт зурагласан газрын доорх усны урсацын мм/жил/км² нэгжээр илэрхийлснийг л/с/км² нэгжид шилжүүлэн тухайн урсацын тархсан талбай дахь газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөцийг

$$Q=2.74 \cdot h \cdot F \quad (1)$$

Томьёог хэрэглэн тодорхойлно. Үүнд:

- Q - газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөц, м³/хоног
- h - газрын доорх усны урсацын модуль, мм/жил, үүний тоон утгыг Монгол орны гадаргын болон газрын доорх усны олон жилийн дундаж урсацын зургаас авч тодорхойлно.
- F - тухайн урсацын талбай, км²

Газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөцийг голын сав газраар тооцоолж гаргана.

Газрын доорх усны усны ашиглалтын баримжаат нөөцийг тооцоолсон арга зүй

Газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөц нь ус агуулагч хурдас чулуулгийн тархалтаас шууд хамаарна.

Газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөцийн 1:1000000-ын зурагт үндэслэн сав газрын хэмжээнд нөөцийн хэмжээг дараах томъёог хэрэглэн тодорхойлно

$$Q_a \leq Q_n + \mu V_e / t \quad (2)$$

- Q_a - ашиглаж болох боломжит тооцоот нөөц, м³/хоног
- Q_n - газрын доорх усны урсац буюу байгалийн нөөц баялаг, м³/хоног
- V_e - ус агуулагч бүрдэл, үеийн эзлэхүүн, м³
- μ - ус өгөмж 0.003-3 гэсэн интервалын хооронд байхаар тооцоонд авав.

Газрын доорх усны баримжаат нөөцийн 1:1000000-ын зурагт хурдас чулуулгийн ус агуулах шинж чанараар нь нэгж талбайд оногдох нөөцийг дараах байдлаар ангилдаг байна.

- нэгж талбайдаа 10 л/с болон түүнээс их нөөцтэй, “их нөөцтэй”
- нэгж талбайдаа 3-10 л/с, “дунджаас их хүртэл нөөцтэй”
- нэгж талбайдаа 1-3 л/с, “дундаж нөөцтэй”
- нэгж талбайдаа 0.3-1.0 л/с, “дунджаас бага нөөцтэй”
- нэгж талбайдаа 0.03-0.3 л/с, “бага нөөцтэй”
- нэгж талбайдаа 0.003-0.03 л/с, “тун бага нөөцтэй”
- нэгж талбайдаа 0.0003 л/с болон түүнээс бага (<94.6 м³/жил) “үндсэндээ усгүй”, гэж 7 ангилалдаг.

ҮР ДҮН

Газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөц

Газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөц: (байгалийн нөөц баялаг) гэдэг нь байгаль дахь усны эргэлтийн нөлөөгөөр газрын доорх усны нөөцөд нэмэгдэх тэжээмжийн нийлбэртэй тэнцүү байх бөгөөд хэмжээ нь орон зай цаг хугацаанд өөрчлөгдөж байдаг [1].

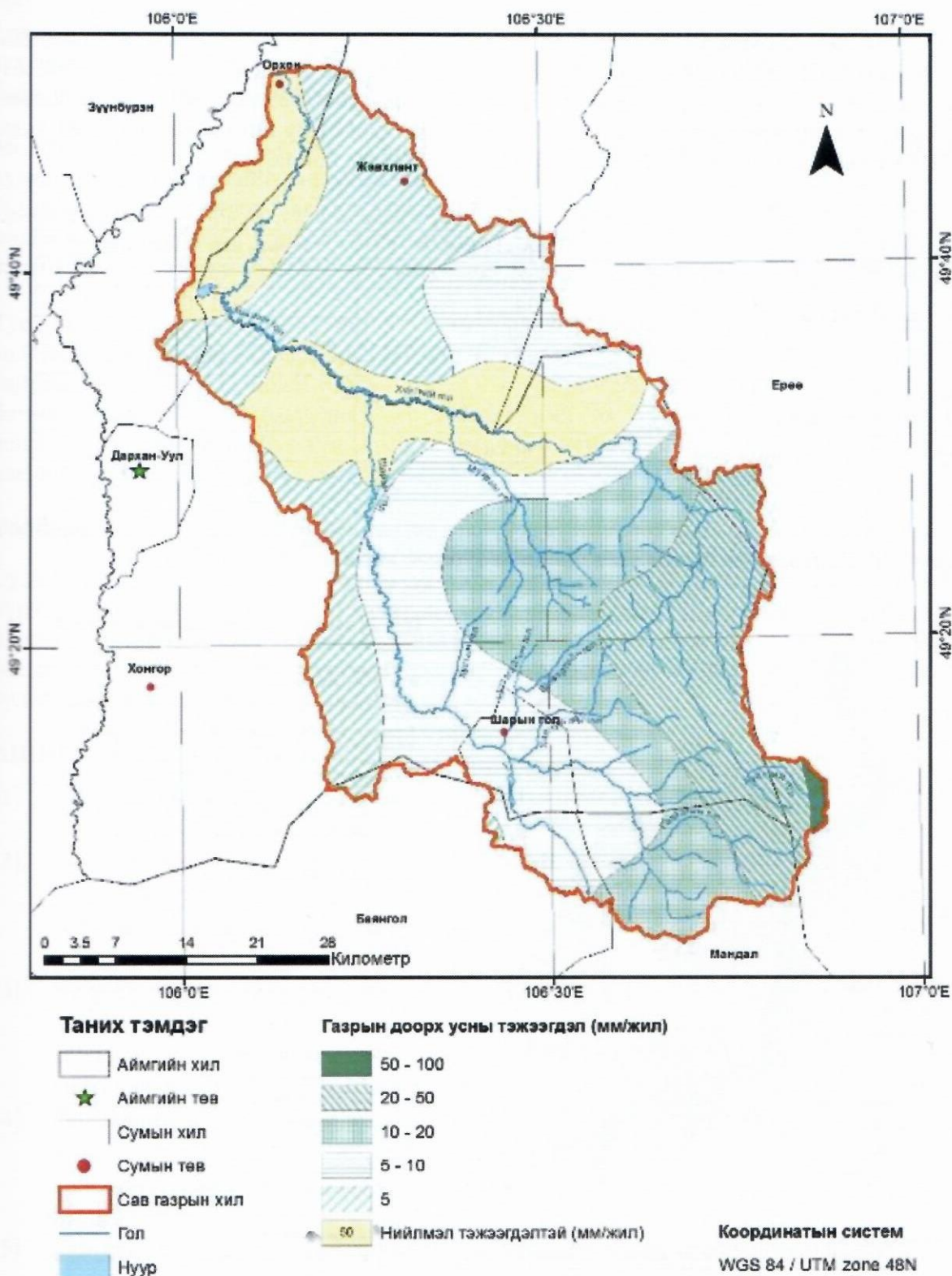
Шарын голын ус хурах нийт 2943.61 км² талбайд жилд 73.28 сая шоо метр газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөц бүрэлддэг байж болох тооцоо гарч байна.

Хүснэгт 1. Газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөц

№	Талбай, км ²	Газрын доорх усны урсац, мм/жил	Нөөц, сая м ³ /жил/км ²
1	644.30	5	3.22
2	809.53	8	6.47
3	534.26	15	
4	423.62	35	14.82
5	177.50	50	8.87
6	9.76	75	0.73
7	343.03	90	30.87
8	1.58	170	0.26
Нийт	2943.61		73.28

Хүснэгт 1-ээс 1 км² талбайд 5-8 мм/жил буюу 5000-8000 м³/жил хэмжээний нөхөн сэргээгддэг нөөцтэй талбай 1453.84 км² буюу сав газрын нийт талбайн 49.39 хувь, газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөцийн 13.23 хувийг агуулдаг байхад 50-90 мм/жил хэмжээний нөхөн сэргээгддэг нөөцтэй талбай 530.30 км² буюу сав газрын нийт

талбайн 18.01 хувь, газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөцийн 55.23 хувийг агуулдаг байна.



Зураг 3. Газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөцийн зураг

Газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөц

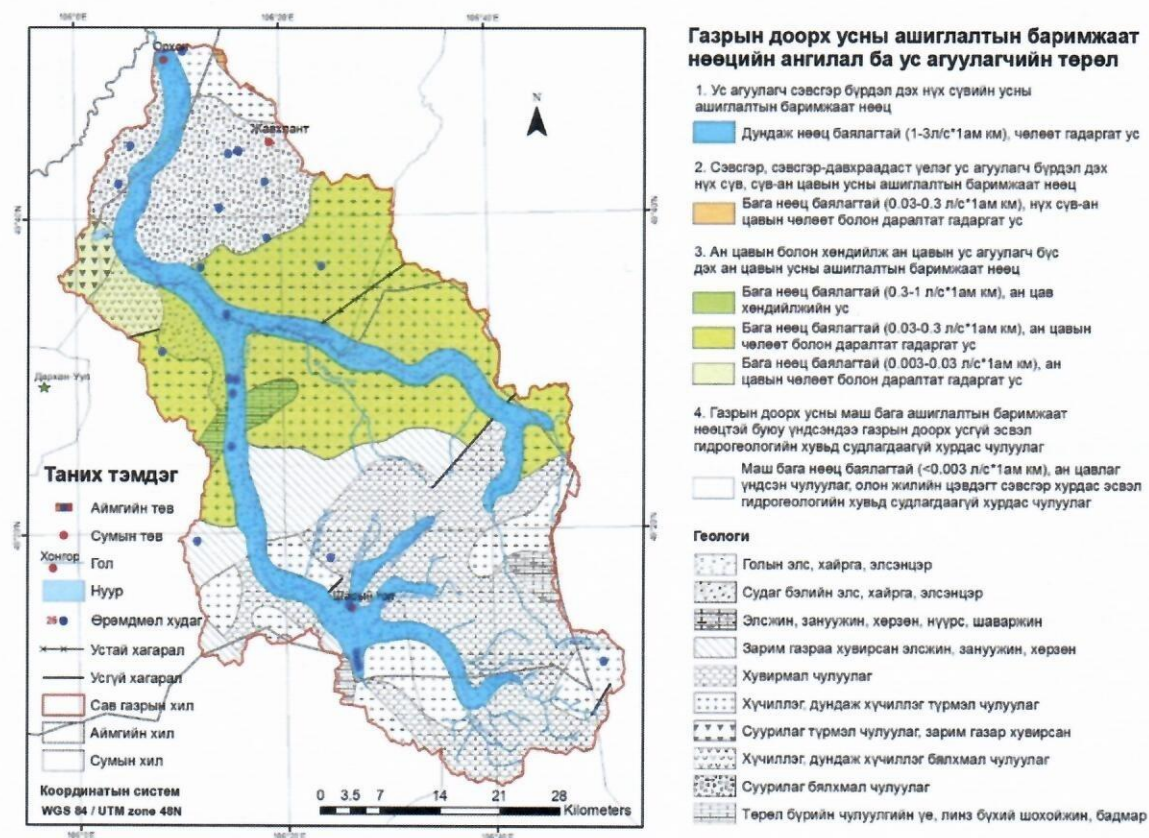
Газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөц: гэдэг нь газрын доорх усны нөөц болон нөхөн сэргээгддэг нөөцийн нийлбэр хэмжээгээр илэрхийлнэ [5].

Шарын голын сав газарт 1 км² талбайд байж болох газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөцөөр нь ангилсан дүнг Хүснэгт 2т үзүүлэв. Шарын голын нийт 2943.61 км² талбайд газрын доорх усны 19.32 сая м³/жил (0.01932 км³/жил) ашиглалтын баримжаат нөөц бүрэлдэж байгаагаас 14.26 сая м³/жил буюу нийт нөөцийн 73.81 хувь нь сав газрын нийт нутаг дэвсгэрийн 15.38 хувьд бүрдэж байна.

Хүснэгт 2. Газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөц.

Ангилал	Талбай, км ²	Нөөц, сая м ³ /жил/км ²
Дундаж	452.889	14.266
Багаас дундаж хүртэл	34.257	0.702
Бага	800.110	4.163
Тун бага	89.243	0.046
Үндсэндээ усгүй юм уу ашиглах боломжгүй	1567.117	0.148
Нийт	2943.617	19.326

Хүснэгт дэх индекс нь ямар төрлийн ус агуулагч үе, бүрдэл, бүс болохыг нь тодорхойлох ба үүнийг ашиглалтын баримжаат нөөцийн зургаас харж болно (Зураг 4).



Зураг 4. Газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөцийн зураг

ДҮГНЭЛТ

Монгол орны гадаргын болон газрын доорх усны олон жилийн дундаж урсцын 1:1000 000 хураангуйлалтай зургийг үндэслэн сав газрын хэмжээнд газрын доорх усны гэжээгдлийн талбайгаар ангилан тооцвол Шарын голын ус хурах нийт 2937.8 км² талбайд жилд 73.54 сая шоо метр газрын доорх усны нөхөн сэргээгддэг нөөц бүрэлддэг байж болох тооцоо гарч байна.

Монгол орны газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөцийн 1:1,000,000 хураангуйлалтай зургийг үндэслэн сав газрын хэмжээнд ус агуулагч бүрдэл, бүсийн бүтээмж (өндөр, дундаж, бага бүтээмжтэй г.м), ус шүүрүүлэх (нүх сүвэрхэг, ан цавлаг) нөхцөлөөр нь ангилан тооцвол Шарын голын нийт 2937.8 км² талбайд газрын доорх усны 19.39 сая м³/жил (0.01939 км³/жил) ашиглалтын баримжаат нөөц бүрэлдэж байна.

Тус савд нийт Дархан уул аймгийн 3-н сумд, Сэлэнгэ аймгийн 4-н сумдын нутаг дэвсгэр тодорхой хэмжээгээр хамаарагддаг бөгөөд Шарын гол, Жавхлант, Орхон сумдын төвүүд байрладаг. Эдгээрээс зөвхөн Шарын гол сумын ус хангамжийн эх үүсвэрийг тогтоосон бөгөөд бусад сумын төвүүдийн ус хангамжийн эх үүсвэрийг тогтоож нөөцийг ашиглалтын зэргээр үнэлэх хүн амын ундны усны найдвартай эх үүсвэрийг бий болгох шаардлагатай байна

Талархал

Судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэхэд туслалцаа үзүүлсэн Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэнгийн захиргаа болон хамтран хийж гүйцэтгэсэн судлаач нартаа талархал илэрхийлье. Энэхүү судалгаа нь “Хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөлд өндөр эрсдэлтэй голын экологийн мониторингийн судалгаа” Шарын голын жишээн дээр сэдэвт суурь судалгааны хүрээнд хийгдсэн болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Батсүх, Н. (2012), Гидрогеологи. Улаанбаатар, Монгол. ISBN 978-99962-4-602-9
- [2]. Мөнхбаатар, Н., Төгөлдөр, А., Ганжаргал, М., Цэрэнтогтох, Э., Ганболд, Ө. (2019), Дархан аймгийн Шарын гол сумын хүн амын унд ахуйн ус хангамжийн Буянтын эх үүсвэрийн талбайд 2019 онд гүйцэтгэсэн газрын доорх усны ордын ашиглалтын хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлан. Улаанбаатар, Монгол.
- [3]. Хатанбаатар, Д., Дорж, Д., Мягмаржав, Д., Нэргүй, С. (2009), Дархан-Уул аймгийн Шарын гол сумын төвийн хүн амын унд-ахуйн болон техникийн төвлөрсөн усан хангамжийн нэмэлт эх үүсвэрийн зориулалттай газрын доорх усны эрлийн ажлын үр дүнгийн тайлан. Улаанбаатар, Монгол.
- [4]. Геоэкологийн хүрээлэн, (2009), Хараа, Шарын гол, Ерөө голын сав газарт усалгаатай тариаланд тохиромжтой талбайн хайгуул судалгаа, усны эх үүсвэрийн хангамжийн тооцооны зөвлөх үйлчилгээний төслийн тайлан, Улаанбаатар, Монгол.
- [5]. Байгаль орчин, ногоон хөгжлийн яам, (2012), Улсын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө боловсруулахад зориулсан судалгааны эмхэтгэл нэгдүгээр дэвтэр, Улаанбаатар, Монгол. ISBN 978-99962-4-553-6
- [6]. Агаарын зургаар геологийн судлах трест, (1981), Гадаргын болон газрын доорх усны олон жилийн дундаж урсацын зураг 1: 1000 000, Москва, ЗХУ.

- [7]. Жадамбаа, Н. (1996), Монголын гидрогеологийн зураг 1: 1000 000, Улаанбаатар,
[8]. Жадамбаа, Н. (2009), Монголын геологи ба ашигт малтмал VIII боть
Гидрогеологи, Улаанбаатар, Монгол. ISBN 978-99929-4-468-4

“ЗАГИЙН УСНЫ ХООЛОЙ” ГАЗАР ДООРХ УСНЫ ОРДЫН ГОРИМЫН СУДАЛГАА

Д.Энхбаяр, Г.Батчимэг, Б.Наранчимэг, М.Алей

ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

ХУРААНГУЙ

Газар доорх усны гидрогеохимийн судалгаа нь Шинжлэх ухаан технологийн сангийн тэтгэлэгтэй "Говийн бүсийн газар доорх усны тэжээмжийн судалгаа" сэдэвтэй суурь судалгааны төслийн хүрээнд хийгдсэн. “Загийн усны хоолой” газар доорх усны ордын усны түвшний байгалийн горимын зүй тогтлыг 2 мониторингийн цооног дахь усны түвшний өгөгдлөөр харуулав. W-1, W-3 мониторингийн цооногууд дахь усны түвшний хэлбэлзлийн зөрүү маш бага. Гэвч W-1 цооногийн 2020 оны усны түвшний зөрүү 0.16 м байхад W-3 цооногийн хувьд 0.36 м байна. Гэхдээ W-3 мониторингийн цооног дахь усны түвшин хэлбэлзэл W-1 мониторингийн цооног дахь усны түвшнийхийг бодвол улирлын хэлбэлзэл их ажиглагдана.

Түлхүүр үгс: Усны түвшний зөрүү, Улирлын хэлбэлзэл

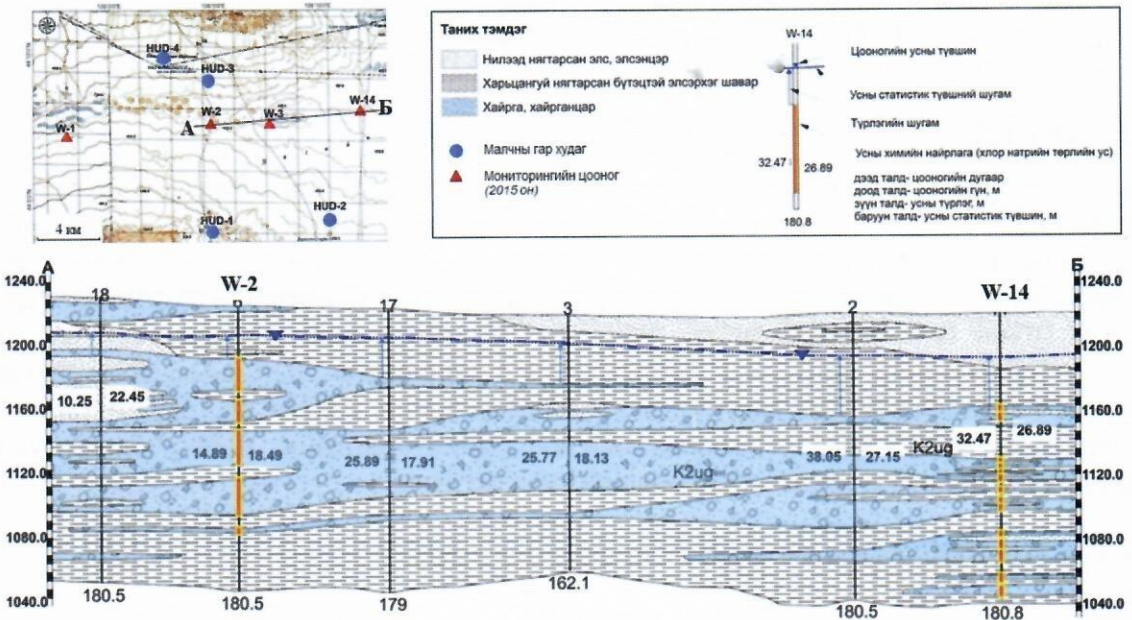
ОРШИЛ

“Загийн усны хоолой” газар доорх усны орд Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын төвөөс зүүн хойш 50км, Улаанбаатар хотоос 542 км зайтай оршино. Монгол орны физик-газар зүйн мужлалын хувьд Алтайн уулархаг их мужийн Говь-Алтайн нурууны салбар уулсын зүүн хэсэг болох Шанхийн нурууны зүүн хойд талын дэвсгэр талбайд говь, хээрийн бүсэд хамаарна. Загийн усны хоолойн хөндийн өргөн ихэнх хэсэгтээ 13.0-16.0 км өргөсдөг ба дээрх уулс хоорондын хотгорын гадарга хэвгийн налуу нилээд багатай бөгөөд ихэнхдээ тэгш байдаг.

Судалгааны талбайн гидрогеологийн нөхцөлийн хувьд “Загийн усны хоолой” газрын доох усны орд Дээд цэрдийн настай Улаанговийн давхаргадасын тунамал хурдасны уст цогцолборт голлон тархана.

Дээд цэрдийн Улаанговийн давхаргадасын тунамал хурдасны уст цогцолбор (K_2ug) нь Загийн усны хоолойн хөндийн өргөн тэвш маягийн гадаргатай уулс хоорондын төв хэсгээр тархсан байна. Уг уст цогцолборын литологийн бүрэлдэхүүнд тоосгон улаан, улаан бор, улаан хүрэн өнгийн нягт бүтэцтэй нилээд зуурамтгай, хааяа аргиллит маягийн элсэрхэг бүрэлдэхүүнтэй шавар, ихэвчлэн бүдүүн ширхэгтэй сул барьцалдсан элсэн чулуу, хагас мөлгөржсөн жижиг хайрга, хайрганцар бүхий харьцангуй үйрмэг бүтэцтэй хайрга, заримдаа нягтарсан хөрзөн чулуу, элс, элсэнцэрийн хольц агуулсан сул үйрмэг бүтэцтэй хагас мөлгөржсөн хайрганцар, сайрганцарын багц үеүд зонхилох ба хэсэгчилсэн түрэлттэй, түрэлтийн хэмжээ 0.05-2.45 м, зарим хэсэгт 32.75-58.1 м хүртэл хэлбэлзэнэ [1, 2]. Гидрогеологийн нөхцөлийн онцлогийг харгалзан үзэхэд дээд цэрдийн Улаанговийн давхаргадасын тунамал хурдасны зузаалгийн уст цогцолбор нүх сүвэрхэг орчинд хуримтлагдаж, бүрэлдэн тогтсон ба нягт бүтэцтэй шаврын зузаан хучаас давхарга байхгүй хэсэгчилсэн нарийн зурвас бүсийн хэмжээнд тархсан байна (Зураг 1).

2011-2018 онуудын байдлаар жилд 60.1-206.5 мм, жилийн дундаж 118.3 мм, ихэнхи хэсэг нь зөвхөн дулааны улиралд буюу 5-9 дүгээр саруудад нийт хур тунадасны 67-80% хур борооны хэлбэрээр, бусад саруудад хатуу төлөв байдлаар унана.

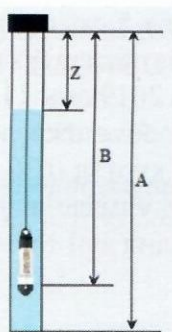


Зураг 1. “Загийн усны хоолой” газар доорх усны орд дахь уст цэгийн байршил ба гидргеологийн зүсэлт (А-Б шугам)

Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын нутагт орших Тавантолгойн коксжих нүүрсний ордыг үйлдвэрлэлийн аргаар олборлож, тухайн төрлийн бүтээгдэхүүнийг боловсруулж ашиглахын тулд "Загийн усны хоолой" газар доорх усны ордыг түшиглүүлэн уулын баяжуулах үйлдвэр, уурхайчдын хотхоныг шинээр барьж байгуулах онцгой чухал зорилт тавигдсан. Түүнчлэн Шинжлэх ухаан технологийн сангийн тэтгэлэгтэй "Говийн бүсийн газар доорх усны тэжээмжийн судалгаа" сэдэвтэй суурь судалгааны төслийн хүрээнд энэхүү ажил хийгдэж байна. “Загийн усны хоолой” газар доорх усны ордын усны түвшний байгалийн горимын зүй тогтлыг судлах зорилго тавилаа.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Судалгааны талбайд байрлах уст цэгүүдэд (Зураг 1) 4 удаагийн (2019 оны 7 ба 12 саруудад, 2021 оны 12 сард, 2023 оны 7 сард) газар доорх усны түвшний хэмжилтийг цахилгаан мэдрэгчтэй гар түвшин хэмжигч багажаар хэмжилтийг хийв. W-1, W-3 цооногт автомат түвшин хэмжигч Diver багаж суулган 30 минутын интервалтай байнгын хэмжилтийг хийсэн (Зураг 2). Энэхүү судалгаагаар автомат түвшин хэмжигч багаж суулгасан 2 мониторингийн цооногийн өгөгдлийн боловсруулалтыг авч үзлээ. W-1 цооногт суулгасан усны түвшин хэмжигч автомат багажийн хэмжилт 6 цагийн интервалтай болж солигдсон, харамсалтай нь 2020 оноос 12 сараас хойш эвдэрсэн. Автомат түвшин хэмжигч багаж нь усны даралтыг хэмжих ба агаарын даралтын зөрүүгээр усны түвшин Томьёо 1-г ашиглан тооцлоо.



Зураг 2. Автомат усны түвшин хэмжигч багаж мониторингийн цооногт байрласан байдал [3]. Z-газар доорх усны түвшний гүн, B-усны даралтыг хэмжих гүн А-цооногийн гүн.

$$WL = WL_0 + \frac{(P_w - P_a) - \Delta P_0}{100} \quad (1)$$

Энд,

WL – усны түвшин, м

WL_0 – багаж суулгах үеийн усны түвшин, м

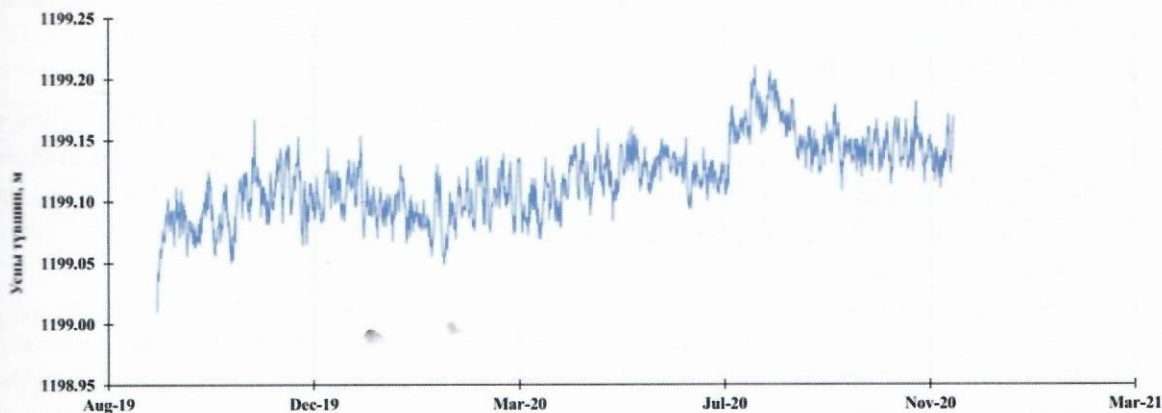
P_w – цооног дахь газар доорх усны даралт, см

P_a – агаарын даралт, см

ΔP_0 – багаж суулгах үеийн даралтын зөрүү, см

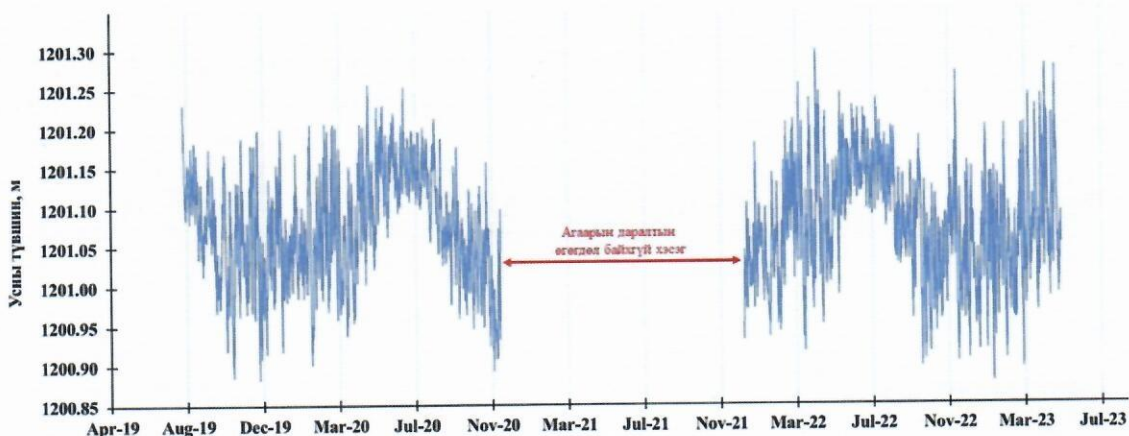
ҮР ДҮН

Говийн бүсийн газар доорх усны түвшний байгалийн горим дахь хэлбэлзлийг Зураг 3, 4-т үзүүлэв. Зураг 3-т 2019 оны 8-р сараас 2020 оны 12 сар хүртэлх W-1 цооногт суулгасан автомат түвшин хэмжигч багажаар 6 цагийн давтамжтай хэмжсэн усны түвшний хэлбэлзлийг харууллаа. Хамгийн бага усны түвшин 2019 оны 8-р сард 1199.1 м байсан ба 2019 оны 12 сар хүртэл бага зэрэг усны түвшний өсөлт ажиглагдаж байна. Харин усны түвшний бууралт 2020 оны 2-р сар хүртэл ажиглагдах ба 2020 оны 8-р сард 1199.21 м болж хамгийн их усны түвшинд хүрч байна.



Зураг 3. W-1 цооног дахь усны түвшний хэлбэлзэл

Зураг 4-т 2019 оны 7-р сараас 2023 оны 5 сар хүртэлх W-3 цооногт суулгасан автомат түвшин хэмжигч багажаар 30 мин давтамжтай хэмжсэн усны түвшний хэлбэлзэлийг харууллаа. Хамгийн бага усны түвшин 2019 оны 11-р сард 1200.88 м байсан ба 2020 оны 7 сар хүртэл аажим усны түвшний өсөлт ажиглагдаж байна. Харин усны түвшний бууралт 2020 оны 7-р сараас 11-р сар хүртэл 0.36 м-ээр буурсан байна. 2020-2021 оны агаарын даралтын мэдээг цар тахлын улмаас авч чадаагүй. 2022 оны усны түвшний хэлбэлзэл 2020 оны усны түвшинтэй адил зүй тогтол ажиглагдаж байна.



Зураг 4. W-3 цооног дахь усны түвшний хэлбэлзэл

ДҮГНЭЛТ

- “Загийн усны хоолой” газар доорх усны ордын усны түвшний байгалийн горимын зүй тогтлыг 2 мониторингийн цооног дахь усны түвшний өгөгдлөөр харуулав.
- W-1, W-3 мониторингийн цооногууд дахь усны түвшний хэлбэлзлийн зөрүү маш бага. Гэвч W-1 цооногийн 2020 оны усны түвшний зөрүү 0.16 м байхад W-3 цооногийн хувьд 0.36 м байна.
- Гэхдээ W-3 мониторингийн цооног дахь усны түвшин хэлбэлзэл W-1 мониторингийн цооног дахь усны түвшнийхийг бодвол улирлын хэлбэлзэл их ажиглагдана.
- Газар доорх усны түвшний байгалийн горимыг судалснаар газар доорх усны менежментийг зөв хэрэгжүүлэхэд ач холбогдолтой. Цаашид говийн бүсийн газар доорх усны тэжээмжийг тооцоход тус газар доорх усны түвшний мэдээ чухал юм.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Баярням Ц., Пүрэвхүү Д ба Баттөмөр Р. (2016) Загийн усны хоолойн хэсэгт хийсэн Тавантолгойн коксжих нүүрсний ордыг түшиглүүлэн барихаар төлөвлөж буй уулын баяжуулах үйлдвэрийн цогцолборын технологийн ус хангамжийн шинэ эх үүсвэрийн зориулалтаар явуулсан газрын доорх усны эрэл-хайгуулын тайлан. Улаанбаатар хот.
- [2] Батчимэг Г., Наранчимэг Б., Энхбаяр Д., Алей М. (2019). "Загийн усны хоолой" газар доорх усны ордын усны чанар. "Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд" Дугаар №27 Эрдэм шинжилгээний сэтгүүл. Улаанбаатар. хууд 41-47.
- [3] Diver-Office User’s Manual. 2007, Schlumberger Water Services

УНДНЫ УСНЫ ЭХ ҮҮСВЭРИЙН ЭРҮҮЛ АХУЙН ХАМГААЛАЛТЫН БҮСЭД БАЙРЛАХ ОБЪЕКТЫГ ТООЛСОН СУДАЛГААНЫ ДҮН

Д.Номин

Хотын стандарт, хяналтын газар
Имэйл: *nomindashzeveg2021@gmail.com*

ХУРААНГУЙ

Ундны усны эрүүл ахуйн хамгаалалтын бүсийг хамгаалах арга хэмжээний хүрээнд ундны усны эх үүсвэрийн эрүүл ахуйн хамгаалалтын бүсэд дэглэм зөрчин геологи орчинд техноген нөлөөлөл үзүүлж байгаа нийт 12159 объектыг тоолсон судалгааны үр дүнгийн талаар өгүүлэх болно.

Түлхүүр үг: Хамгаалалтын бүс, геологи орчин, техноген нөлөөлөл, нүхэн жорлон, гүний худаг, Хотын стандарт

ОРШИЛ

Өнөөдрийн байдлаар нийслэлийн ундны усны эх үүсвэрийн хамгаалалттай холбоотой 2 хууль, Монгол Улсын Их Хурлын 4 тогтоол, Нийслэлийн иргэдийн Төлөөлөгчдийн Хурлын 3 тогтоол, Байгаль орчин, ногоон хөгжил, аялал жуулчлалын болон Барилга, хот байгуулалтын сайдын хамтарсан 1 тушаал [1]. мөн 2023 оны 10 дугаар сарын 27-ны өдрийн байдлаар Монгол Улсын хэмжээнд хүчин төгөлдөр мөрдөгдөж байгаа 50 ангиллын нийт 6587 [2]. (Олон улсын стандартын ангиллын дагуу бүлэглэн ангилсан Монгол Улсын стандарт, техникийн зохицуулалтын улсын мэдээллийн нэгдсэн санд бүртгэлтэй хүчин төгөлдөр хэрэгжиж буй стандарт) стандарт байгаагаас усны чанартай холбоотой 156 стандарт хүчин төгөлдөр мөрдөгдөж байна. Өөрөөр хэлбэл нийт 166 эрх зүйн акт үйлчилж байна.

Нийслэлийг 2021-2025 онд хөгжүүлэх таван жилийн үндсэн чиглэл [3]., Нийслэлийн Засаг дарга бөгөөд Улаанбаатар хотын Захирагчийн 2020-2024 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөрийн 5.3.4 дэх заалтад тусгагдсан Хүн ам төвлөрөн суурьшсан бүс нутаг, хот, суурины ус хангамжийн эх үүсвэрийн эрэл, хайгуулын судалгааг улсын болон бүс нутгийн хөгжлийн төлөвлөлт, эрэлт хэрэгцээ, захиалгад үндэслэн хийж, газрын доорх усны ашиглах боломжит нөөцийг тогтоох [4]. ажлыг хэрэгжүүлэх зорилтын хүрээнд “Ундны усны эрүүл ахуйн хамгаалалтын бүсийг тодорхойлж, хил хязгаарын дагуу стандарт хангасан хашаа барьж, эрүүл ахуйн бүсийг хамгаална” [5]. арга хэмжээ тусгагдсан. Тус арга хэмжээний хэрэгжилтийн хүрээнд Нийслэлийн ус хангамжийн эх үүсвэрийн хамгаалалтын бүсэд дэглэм зөрчиж, геологи орчинд техноген нөлөөлөл үзүүлж байгаа объектуудтай холбоотой өнөөгийн нөхцөл байдлын судалгаанд дүн шинжилгээ хийж, нийслэлийн хэмжээнд 2022 онд өрөмдсөн цооног болон гүний худгийн байршлаар сэдэвчилсэн зураг боловсруулсан.

АРГА АРГАЧЛАЛ

2022 оны 2 дугаар сард Нийслэл хотын 9 дүүргийн нийт 171 хороодоос албан бичгээр 3 асуулт бүхий Улаанбаатар хотын гэр хорооллын бүсийн нүхэн жорлонгийн судалгаа авсан.

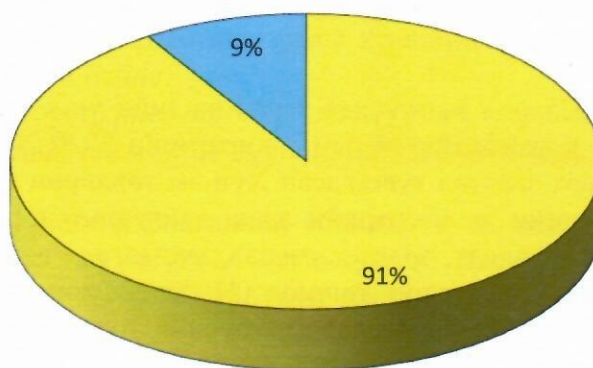
Судалгааны мэдээлэл дээр үндэслэн QGIS программ ашиглаж Улаанбаатар хотын гэр хорооллын бүсийн нүхэн жорлонгийн өгөгдөл мэдээллээр бүрдүүлсэн атрибут хүснэгтэн мэдээг Microsoft Excel программ руу хөрвүүлэн хамгаалалтын бүсэд байрлах объектыг тоолсон.

ҮР ДҮН

Баримт бичгийн болон тоон судалгааны арга зүйд үндэслэн хамгаалалтын бүсэд нөлөөлж байгаа техноген хүчин зүйлс болох объектын тоон судалгаа, мэдээллийг Улаанбаатар хотын Захирагчийн ажлын алба, Нийслэлийн Аялал, жуулчлалын газар, Нийслэлийн Байгаль орчны газар, Нийслэлийн Газар зохион байгуулалтын алба, Хот байгуулалт, хөгжлийн газар болон Ус сувгийн удирдах газар УӨААТҮГ-аас тус тус авч, нэгтгэн, боловсруулалт хийв. Тухайлбал Улаанбаатар хотын төвийн 7 дүүргийн хэмжээнд нийт 144,992 нүхэн жорлон [6] байгаагаас 2022 оны 2 дугаар сарын байдлаар нийслэлийн 9 дүүргийн 171 хороодоос нүхэн жорлон нь стандартын шаардлага хангаж байгаа эсэх талаарх судалгааг 3 асуулгын хүрээнд 30 хоногийн хугацаатай авсан.

Судалгааны дүнд нийслэлийн хэмжээнд нийт 173,463 өрхийн 133,194 нүхэн жорлон ашиглаж байгаагаас стандартын шаардлага хангахгүй хүрээлэн буй орчин болон хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлж байгаа 121,348 (91%) нүхэн жорлон тоологдсон (зураг 1). Улаанбаатар хотын гэр хорооллын бүсийн нүхэн жорлонгоор бүрдүүлсэн орон зайн мэдээллийн сангийн атрибут мэдээнээс хамгаалалтын бүсэд байршсан стандартын шаардлага хангахгүй нүхэн жорлон нь нийт 7,518 гэж тоологдсон.

■ Стандартын шаардлага хангахгүй ■ Стандартын шаардлагад нийцсэн



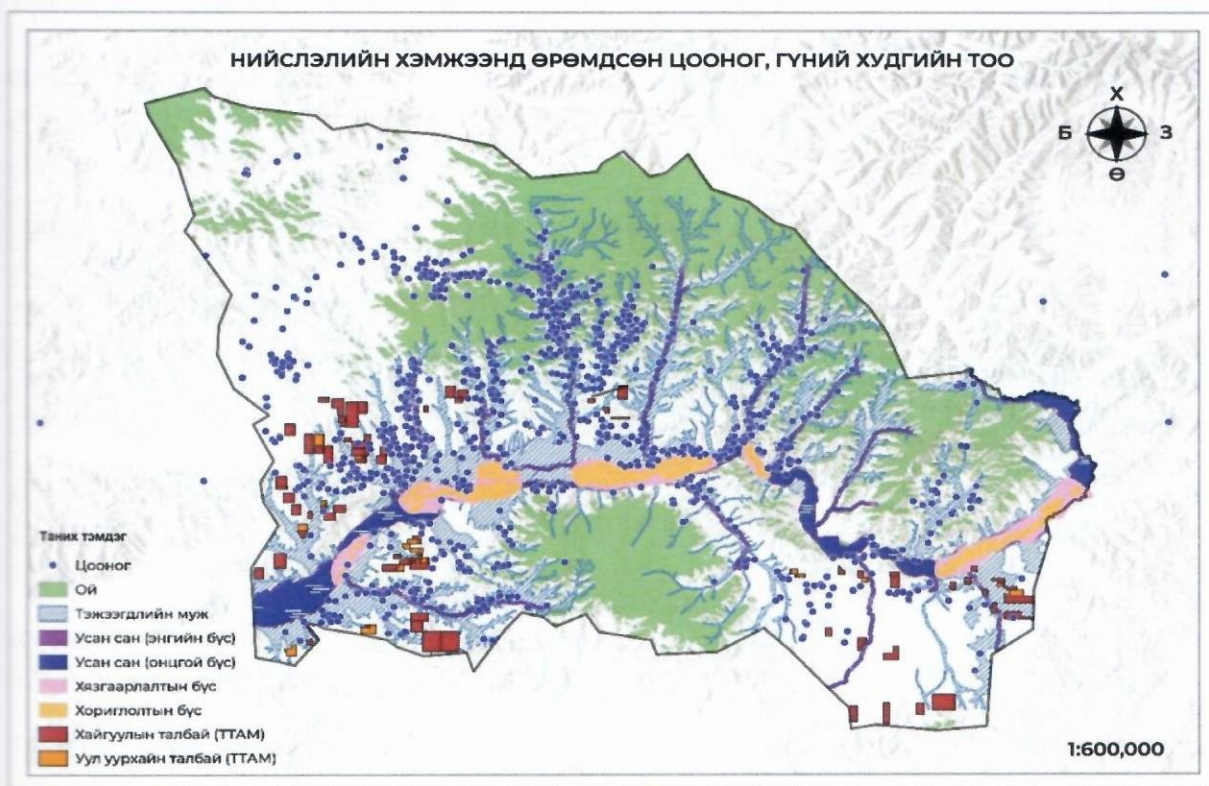
Зураг 1. Улаанбаатар хотын гэр хорооллын бүс дэх нүхэн жорлонгийн тоог стандартын шаардлага хангасан, хангаагүйг хувиар харуулав.

Нийслэлийн иргэдийн Төлөөлөгчдийн Хурлын Тэргүүлэгчдийн 2016 оны 50 дугаар тогтоолоор тогтоосон ундны усны эх үүсвэрийн эрүүл ахуйн хориглолт, хязгаарлалтын бүсэд 135 дэлгүүр, 5 зочид буудал, 7 шатахуун түгээх станц, 2 амралтын газар, 3 нүүрс түлдэг зуух, 7,518 нүхэн жорлон, 7 мониторингийн цооног, 3 насосын худаг, 477 шугам сүлжээ, 25 үерийн далан, 1,722 шугам сүлжээний худаг, 2,224 барилга, 31 гүний худаг, нийт 12,159 объект усны эх үүсвэрийн онцгой болон энгийн хамгаалалтын, эрүүл ахуйн бүсийн дэглэмийг зөрчин геологи орчинд техноген нөлөөлөл үзүүлж байна.

Хүснэгт 1. Ундны усны эх үүсвэрийн эрүүл ахуйн хориглолт, хязгаарлалтын бүсэд байрлах объектын тоо

Объект	Дэглүүр	Амралтын газар, зочид буудал	ШТС	Нүүрс түүлдэг зуух	Нүхэн жорлон	Худаг	Шугам сүлжээ	Үерийн далан	Барилга	Нийт
Тоо хэмжээ	135	7	7	3	7,518	1,763	477	25	2,224	12,159

Нийслэлийн хэмжээнд 2022 онд өрөмдсөн 1448 гүний худгаас [7]. Хамгийн их буюу 461(32%) худгийг Сонгинохайрхан дүүрэгт, хамгийн бага буюу 1 худгийг Багахангай дүүрэгт өрөмдсөн байна. Үүнээс “Усны сан бүхий газар, усны эх үүсвэрийн онцгой болон энгийн хамгаалалтын, эрүүл ахуйн бүсийн дэглэмийг мөрдөх журам” [8].-ын дэглэм зөрчиж ус хангамжийн эх үүсвэрийн эрүүл ахуйн хязгаарлалтын бүсэд 14 гүний худаг, усны сан бүхий газрын онцгой хамгаалалтын бүсэд 2 гүний худаг, ойн сан бүхий газарт 15 гүний худаг байна гэсэн судалгааны дүн гарсан (Зураг 2-т үзүүлэв).



Зураг 2. Нийслэлийн нутаг дэвсгэр дэх гүний худгийн байршил. Эх сурвалж: Хотын стандарт, хяналтын газар, Байгаль орчны стандартын хэлтэс

ДҮГНЭЛТ

1. Ундны усны эх үүсвэрийн эрүүл ахуйн хориглолт, хязгаарлалтын бүсэд нийт 12159 объект дэглэм зөрчин геологи орчинд техноген нөлөөлөл үзүүлж байна.

2. Нийслэлийн иргэдийн Төлөөлөгчдийн Хурлын Тэргүүлэгчдийн 2016 оны 50 дугаар тогтоолоор тогтоосон ундны усны эрүүл ахуйн хамгаалалтын бүсийн 7518 нүхэн жорлон нь “MNS 5924:2015 Нүхэн жорлон, угаадасны нүх. техникийн шаардлага”-ын ус түгээх цэгээс 20м, худгаас 150-250м, голын эргээс 200-250м зайд байрлах зэрэг эрүүл ахуйн болон хүрээлэн буй орчны шаардлагуудыг хангахгүй байна.

3. Нийслэлийн иргэдийн Төлөөлөгчдийн Хурлын 2022 оны 25 дугаар тогтоолоор баталсан “UCS 1701A:2022 Хог хаягдлыг цуглуулах, ангилах, хадгалах, тээвэрлэх арга зүйн менежмент” Хотын стандартад заасан хог хаягдал цуглуулах саванд тавигдах ерөнхий 9 шаардлагыг хангахгүй байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Эрх зүйн мэдээллийн нэгдсэн систем <https://legalinfo.mn/>
- [2]. Стандарт, хэмжил зүйн газар <https://estandard.gov.mn/mongol-ulsiiin-standartiin-jagsaalt-mon/v/393>
- [3]. Нийслэлийн иргэдийн Төлөөлөгчдийн Хурал. 02/09 дүгээр тогтоол “Нийслэлийг 2021-2025 онд хөгжүүлэх таван жилийн үндсэн чиглэл”-ийн 6.3.1 дэх заалт, хууд. 9, 2020 он
- [4]. Нийслэлийн иргэдийн Төлөөлөгчдийн Хурал, 02/10 дугаар тогтоол “Нийслэлийн Засаг дарга бөгөөд Улаанбаатар хотын Захирагчийн 2020-2024 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөр”-ийн 5.3.5 дахь заалт, хууд. 20, 2020 он
- [5]. Нийслэлийн Засаг дарга. А/115 дугаар захирамж “Нийслэлийн Засаг дарга бөгөөд Улаанбаатар хотын Захирагчийн 2020-2024 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөрийг хэрэгжүүлэх арга хэмжээний төлөвлөгөө”-ний 5.3.4.1 дахь заалт, хууд. 83, 2021 он
- [6]. П. Оюунбат, О. Батхишиг, “Улаанбаатар хотын гэр хорооллын нүхэн жорлонгийн тооллого хийх, мэдээллийн сан (GIS) үүсгэх судалгааны тайлан”, Шинжлэх Ухааны Азадемийн Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн, Грийнлэнд прайндли ХХК, хууд. 9-14, 24, 2021 он
- [7]. “Нийслэлийн хэмжээнд 2022 онд цооног өрөмдөх гүний худаг гаргах зөвшөөрөл гаргуулсан иргэн, аж ахуйн нэгж байгууллагын судалгаа”, Нийслэлийн Байгаль орчны газар, 2023 он
- [8]. Нийслэлийн иргэдийн Төлөөлөгчдийн Хурал. 50 дугаар тогтоол “Улаанбаатар хотын усны эх үүсвэрийн хамгаалалтын бүсийг шинэчлэн тогтоох тухай”, 2016 он

УЛААНБААТАР ХОТЫН ХОТ ТӨЛӨВЛӨЛТ, ҮЕР УСНЫ АЮУЛЫН АСУУДАЛД

Г. Сарантуяа*, П. Эрдэнэчимэг**, О. Хосбаяр ***

*Монгол улсын зөвлөх геоэкологич
**ШУТИС, ГУУС, Геодезийн салбар
***Геосурвэй ХКК

Имэйл: saraagbidnar@gmail.com

ХУРААНГУЙ

Хотын хөгжил нэг талаасаа соёл иргэншилтэй хөл нийлүүлэн алхах нь хөгжиж буй орнуудын томоохон зорилтуудын нэг байдаг боловч хөгжлөө дагаад сөрөг нөлөөлөл зайлшгүй гардаг бөгөөд орчны бохирдол, аюул гамшиг гэх мэт олон нөхцөлт сөрөг нөлөөллүүдийг бий болгож байгаа нь хот төлөвлөлт алдагдаж, эмх замбараагүй баригдсан барилга байшин, гэр хороолол зэргээс үүдэн орчны бохирдол, үер усны аюул гамшиг ойрын жилүүдэд ихсэх болсонтой холбоотой хотын үүсэл, төлөвлөлт, аюул гамшигийг урьдчилан сэргийлэх боломж зэргийг илрүүлэн зураглах, нэгтгэн дүгнэх, хэлэлцүүлэх зорилгоор энэхүү өгүүллийг туурвиж байна .

Түлхүүр үг: Тоон мэдээ, уран зураг, stream,

ОРШИЛ

Улаанбаатар хот Монгол Улсын төв хэсэгт хуучнаар Алтан тэвшийн хөндий, өнөөгийнхөөр Туул-Сэлбийн гол бэлчир хөндийд, далайн түвшнээс дээш 1300-1350 метр өндөрт Богдхан, Сонгинохайрхан, Чингэлтэй, Баянзүрх дөрвөн уулаар хүрээлэгдэн оршдог. 1639 онд Ширээт цагаан нуурт Өндөр гэгээнийг залж орд өргөө боссоноор Улаанбаатар хотын өмнөх суурин байгуулагджээ. Өргөө нь 1639-1778 онд Орхон, Тамир, Туул голуудын хөндий дагуу 28 удаа нүүдэллэсний эцэст 1778 онд одоогийн байгаа газар суурьшиж Их хүрээ нэртэй болжээ. Ингэж нүүлгэхдээ Эрдэнэ зуу хийдийн доторх мөнхийн галтай Баруун өргөөг нүүлгэн гаргаж Занабазарын өргөөтэй нэгдүүлж Ширээ цагаан нуурт аваачжээ. Баруун өргөө нь төрийн гал голомтын бэлгэдэл өргөө байжээ. Ингэж төр, шашны гол үнэт зүйлсийг нэгдүүлснээр нийслэл үүссэн гэж үздэг. Монголын нууц товчоонд тэмдэглэснээр «12-р зууны хоёрдугаар хагаст Хэрэйд аймгийн удирдагч Ван ханы өргөө нь Туулын хар шугуй гэдэг газар байв» гэж тэмдэглэсэн нь одоогийн Улаанбаатар хот оршиж буй хөндийг гэж судлаачид таамагладаг.

Их Монгол Улсын анхны нийслэл Хархорум хот нь Орхон голын хөндийд цогцолсон ба Юань Улс нуран унасны дараа Мин улсын довтолгоонд хоёр удаа галдан шатаагдсан.

Түүнээс хойш монголчууд нэгдмэл байдалгүй болоод нүүдлийн иргэншилд бүрэн шилжиж, хот байгуулах завдалгүй дотоод, гадаадад тэмцэлдэн байлдацгааж байснаас үүдэн, амарлингуй байдлыг дэлгэрүүлэхээр 16-р зуунаас шарын шашинд сүсэглэснээр Монголд сүм хийдүүд баригдаж эхэлсэн юм. Ингэснээр Монголчуудын хот, хүрээ цогцлоох идэвх сэргэж, анхлан Абтай сайн хан Хар Хорум хотын бууринд Эрдэнэ зуу хийдийг босгожээ.

Түшээт хан Гомбодоржийн хүү Занабазарыг анхны Богд Жавзандамба хутагтаар өргөмжлөн 1639 онд өнөөгийн Өвөрхангай аймгийн Бүрд сумын нутагт орших Их Монгол уулын өвөр, Бага Монгол уулын ар бэлийн Ширээт цагаан нуурын хөвөөнд

байгуулсан хожмоо “Шар бүсийн хот” хэмээн нэрлэгдэх болсон Өргөө нь өнөөгийн Улаанбаатарын үүслийн үндэс болсон.

1756 онд анхны шашны сургууль болох "Цаниг" байгуулагдсан бөгөөд 1786 оноос манж амбанд Сэцэн хан, Түшээт хан хоёр аймгийг хариуцуулах болсон зэрэг олон шалтгаанаас Их хүрээ суурьших шаардлагатай болжээ. 1780-1870 оны хооронд 70 гаруй суурин сүм, дуган, ялангуяа өнөөгийн Гандантэгчэнлин хийд 1809 онд, Дамбадаржаалин хийд зэрэг баригджээ. 1861 онд Оросын консулын газар байгуулагджээ. Хүрээний хүн ам нэмэгдсээр 1910 онд 50 мянга гаруй болжээ[1].

Өмнө нь шашин, худалдааны төв байсан бол 1911 оны 12 дугаар сард Богд Хаант Монгол Улс тунхаглагдаж, Нийслэл хүрээ нэртэй болсон. XX зуунд барилгажиж, аж үйлдвэржиж, XXI зуунд их хотын төрх бүрдэж байна. Улаанбаатар Монгол Улсын улс төр, эдийн засаг, соёл, технологийн төв юм.

1924 оны Монгол Улсын анхны Үндсэн хуулиар Улаанбаатар нэртэй болсон байна. Социализмын үед болон голдуу Дэлхийн хоёрдугаар дайны дараа ЗХУ-ын тэтгэлэгтэйгээр хуучны гэр хороолол нь аажмаар байр орон сууцаар солигдож эхэлсэн. Наушки-Улаанбаатар-Замын-Үүдийн чиглэлийн замууд 1949, 1956 онуудад баригдсанаар өрнө, дорнотой төмөр замаар холбогдсон бөгөөд кинотеатр, жүжгийн театр, музей зэрэг олноор баригджээ. Харин нөгөө талаас 1930-аад оны сүүлчийн хэлмэгдүүлэлтийн дараа социализмын өмнөх үеийн сүм, хийдүүд устгагдсан байна.

1990 оны ардчилсан нийгэм, зах зээлийн эдийн засгийн төлөөх тэмцэл Улаанбаатарт өрнөжээ. Энэ тэмцлийн үр дүнд дэлхийд нээлттэй болсон явдлаас Улаанбаатар хот шинэ хөгжлийн үеэ эхлүүлжээ. Хөгжил, төвлөрлийг дагаж нийслэлд хүн амын хэт төвлөрөл ихсэн сүүлийн 15 жилд хоёр дахин өсчээ. Өнөөдөр нийслэлд хүн ам ихэссэнээс гэр хороолол хүрээгээ улам тэлсээр байна[3].

1992 оны шинэ нутаг дэвсгэрийн хуваариар үндсэн 6, дагуул 3, нийт 9 дүүрэгтэй, нутаг дэвсгэрийн хэмжээ 4,704.4 км² газартай. 2021 оны эцсээр 1,649,172 хүн оршин сууж байна.

Мөн нийт Монгол улсын хүн амын 40% энд байгаагаас үүдэн нийгэм, байгаль, тээврийн бэрхшээлүүдтэй тулгарч байна. Улаанбаатар хотын ирээдүйн төлөвлөлт нь Монгол улсын шинжлэх ухаан, үйлдвэрлэлийн төв болон хөгжих хэтийн хандлагатай байна.

Улаанбаатар хотын хот төлөвлөлтийн байдалд дүн шинжилгээ хийж, аюул гамшигт өртөхөөргүй төлөвлөх боломжийг илрүүлэн тооцоолж, зураглан дүгнэлт гаргах зорилгоосоо үүдэн дараах зорилтуудыг дэвшүүлэн тавьсан болно. Үүнд:

1. Улаанбаатар хотын хот төлөвлөлтийн эртний түүхэн бичиг баримт, эх материалуудыг эрж хайх, цуглуулах харьцуулан дүгнэх, суурь зургийн эхтэй байр зүйн холболт хийх
2. Эх зургийн болон сансрын зургуудын мэдээллийг тоон хэлбэрт оруулах, олон цаг улирлын тоон мэдээллийг ашиглан хот төлөвлөлт хэдэн оноос алдагдаж голын голдирлыг хааж боосон хугацааг илрүүлэх.
3. Дэлхийн түүхэн тоон мэдээллийг боловсруулах аргагүйгээр үерийн усны аюулыг тооцоолох

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Эх материалуудыг эрж хайх, харьцуулан дүн шинжилгээ хийхэд хамгийн эртний суурьшлын зураг болох хотын байр зүйн холбогдол өндөртэй агуулга тодорхой зураг нь одоогийн Улаанбаатар хотын музейд хадгалагдаж буй 1946 онд зураач Д.Манибадарын холт, тосон будаг ашиглан, зотон торгон дээр зурсан “Нийслэл хүрээ” зураг байв (Зураг1).



Зураг 1. Зураач Д.Манибадар “Нийслэл хүрээ” 1946 оны бүтээл (Улаанбаатар хотын музей)

Энэхүү зургийн анхны эх нь одоогийн Богдхааны музей (хуучнаар голын ногоон сүм)-д байх бөгөөд 1911 онд зотон даавуу дээр тосон будаг ашиглан зурсан зураач Жүгдэрийн бүтээл байдаг бөгөөд одоогийн агаар сансрын зургаар уул нуруудыг босгож, 3D -гээр харуулсан зургуудаас дутахааргүй газар нутаг, уул, усыг тодорхой сайхан дүрслэн харуулжээ. Тухайн зургийг урлаг судлаач Улаанбаатар хотын музейн тайлбарлагч Одмаагийн тайлбарлаж буйгаар сансрын зураг болон байр зүйн зурагтай давхцуулан буулгахад асар үр өгөөжтэй байлаа. Улаанбаатар хотын суурьшил, тэлэлтийн хил заагийг тогтоож үнэлэхийн тулд зурагзүйн дараах эх материалуудыг ашигласан (хүснэгт 1).

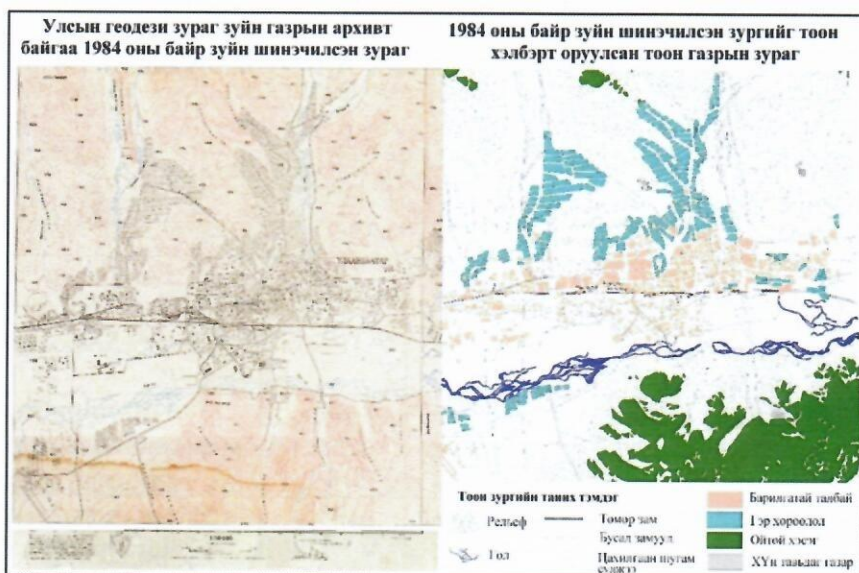
Хүснэгт 1. Судалгаанд ашигласан зураг болон атласууд

№	Зураг, атласын нэрс	Масштаб	Он	Хадгалагдаж байгаа газар
НЭГ				
1	“Нийслэл хүрээ” зураач Жүгдэрийн бүтээл	Уран зураг	1911	Богд хааны музей
2	“Нийслэл хүрээ” зураач Д.Манибадарын бүтээл	Уран зураг	1946	Улаанбаатар хотын музей
3	“Spot” хиймэл дагуулын мэдээ	Сансрын зүүвэр зураг	1980	ШУА-ын харьяа информатикын хүрээлэнгийн архивын материал
4	Байр зүйн зураг	1: 50 000	1984	Улсын геодези зурагзүйн үйлдвэрийн архивын материал

5	Байр зүйн зураг (суурь сан)	1: 5 000	1990	ШУА-ын харьяа Информатикийн хүрээлэн
6	“Open Street map”	Basemap World imagery	free	ESRI Geoair, Geobus, Geoeye

Дээрх материалуудад боловсруулалт хийж үр дүнг гаргаж авахдаа эх зургууд болон байр зүйн зураг, сансрын зураг, хиймэл дагуулын бусад тоон болон дижитал зургуудад байр зүйн холболт хийсэн ба улмаар Улаанбаатар хотын 1911, 1946 оны уран зургуудыг суурь зураг болгон 1980 оны “Spot” хиймэл дагуулын мэдээ 1984, 1990 оны байр зүйн зургуудын тоон мэдээлэл, материалуудыг ашигласан. Үүнд:

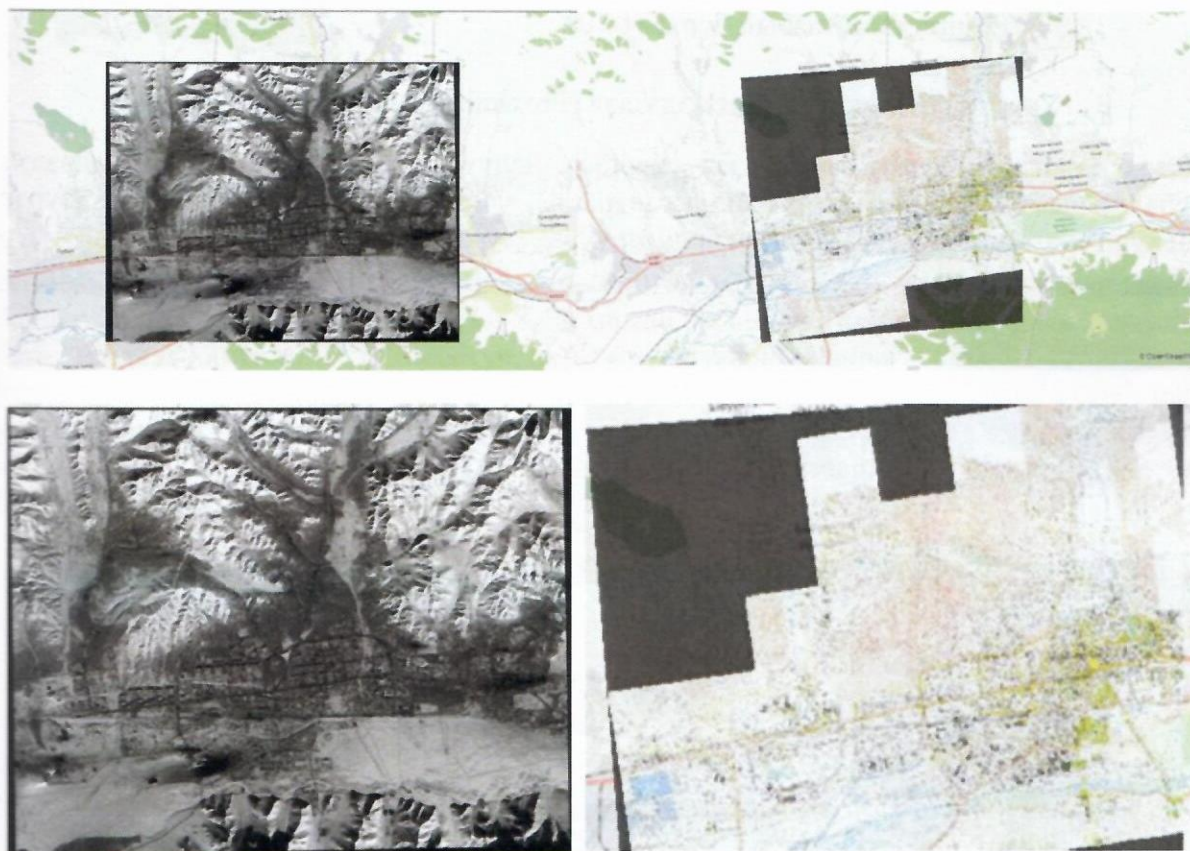
1. Урлаг судлаач Одмаагийн тайлбарласнаар тухайн үед шар ордноос бүх тушаал шийдвэр гардаг гол ордон байсан бөгөөд түүний өмнө талд байдаг 2 том арслан одоогийн Чингис хааны музей, баруун, зүүн Сэлбэ, Туул голын хөндий, Дамбажаржаалан хийд зэрэг нь байрзүйн холболт хийхэд өндөр нарийвчлалтай байлаа. Туул голын хойд талд, Дунд голын өмнүүрх Богд хааны өндгөн сүргийн бэлчээрт Жавзандамба хутагтын гурван ордон байжээ. Зүүн талд нь (одоогийн I цахилгаан станцын орчим) Гунгаадэжидлин (Цагаан ордон), баруун талд нь Хайстай лаврин (Хүрэн ордон) тус тус байсан ба дунд нь Билгийг хөгжүүлэн бадруулагч хийд буюу төвдөөр Шаравпэлжээлин хийд байрлаж байжээ[2]. Иймээс энэ ордныг хүмүүс Голын сүм, зарим бүтээлд Дээд сүм гэхчлэн тэмдэглэсэн байхаас гадна уг ордны дээвэр нэлэнхүйдээ ногоон вааран дээвэртэй байсан учраас ард олны дунд Богдын ногоон ордон хэмээн нэрлэгдэж заншжээ. Музей болсноос хойш Улсын музей, Орон нутаг судлах музей нэртэй байгаад 1961 онд албан ёсоор Богд хааны ордон музей гэгдэх болсон байна (bogdkhaanpalace.mn). Тухайн зургуудыг байрзүйн холболт хийхэд уран зурагт геометрийн гажилт их гарсан тул өндөр нарийвчлалтай камер ашиглан дахин мэдээллийг оруулж харьцуулсан дүгнэлт хийхэд тодорхойгүй байшин, объектуудыг тодорхойлох боломж өндөртэй болж байв.
2. 1984 оны шинэчилсэн зураг нь төлөвлөгөөт эдийн засгийн үе байсан учир байшин барилга, гэр хороолол нь цэгцтэй байсан нь харагдана (Зураг 2).



Зураг 2. Төлөвлөгөөт эдийн засгийн үе буюу 1984 оны Улаанбаатар хотын байр зүйн зураг, түүний орчин үеийн технологиор тоон хэлбэрт оруулсан тоон газрын зураг

3. 1990 оны 1: 5000 масштабтай байр зүйн 72 лист зургийг байрзүйн холболт хийж, зүүвэр зураг болгосон ба түүнийг олон улсын мэдээллийн сангийн “OpenStreetMap” зурагтай давхцуулан геометрийн болон радиометрийн засвар хийж мэдээллийг сугалан харах, байшин барилга, гэр хороолол, хэдэн онд ямар ямар өөрчлөлт орж эмх цэгцтэй төлөвлөгөөтэй баригдаж байсныг харах боломжийг олж харахын тулд бүх мэдээллийг ижил проекцод оруулан дүгнэлт хийсэн (зураг 3).

Манай улс 1990 оноос зах зээлийн эдийн засагт орж Улаанбаатар хотын хот төлөвлөлт тэр оноос хойш эмх замбараагүй болсон нь дээрх зургуудын мэдээлэл болон түүхэн эх материалуудаас илхэн харагдана.



Зураг 3. “Spot” хиймэл дагуулын мэдээ, 1: 5000 масштабтай байрзүйн зураг, “OpenStreetMap” мэдээлэл давхцуулсан байдал

Хотын нутаг дэвсгэрийг дайран өнгөрөх 148 км урт Туул голд Асралт хайрхан уулнаас эх авсан Гачуурт, Тэрэлж, Толгойт, Улиастайн голууд цутгана. Туул голын ус хуримтлуулах ай сав 6300 м² талбайг хамрах бөгөөд голын үндсэн тэжээмж агаарын хур тунадас нь 90% байдаг байна. Мөн хот дундуур урсан өнгөрөх зүүн Сэлбийн гол нь Хэнтийн салбар уул болох Их Баян уулын өврөөс эх аван урсах ба өөрийнхөө гольдролын дагуу Хандгайт, Шарга морьт, Сэлх, Бэлх, Чингэлтэй, Ганц худгийн гол зэрэг олон жижиг цутгалтай голын сав газрыг үүсгэнэ. Сэлбэ гол хотоос хойш 35 км эх

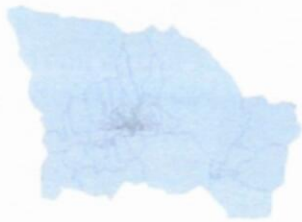
авч Туул голд баруун талаас нь цутгах ба хотын барилгажилтын байдлаас шалтгаалан баруун голдирол нь бүрэн хаагдсан. Сэлбэ голын ус хуримтлуулах талбай 319 км². Бусад гол горхид мөн адил агаарын хур тунадсаар тэжээгддэг бөгөөд Туул, Сэлбэ зэрэг голуудын урсац багасаж голын татмын чийглэг хөрс хатаж хуурайших, Сэлбэ, Толгойтын голын эх орчмын нуга, намгийн цэвдэгт хөрс хатан хуурайшиж, цэвдэг гэсэж хөрсний суулт өгөх зэрэг үйл явц нэмэгдэж байна. Эдгээрийг нотлохын тулд дараах арга зүйгээр боловсруулалт хийж үзэв.

Тоон мэдээлэл, сансрын зураг ашиглан үерийн эрсдэлийн үнэлгээ

Судалгааны талбайн хот төлөвлөлт алдагдаж үер усны аюулд автагдах дараах нөлөөлөгч хүчин зүйлүүд(Influential factors) гол үүрэгтэй байдаг. Үүнд:

1. Хаяалбар (DEM)-10%
2. Налуу-15%
3. Газар ашиглалт, газрын бүрхэвч-10%
4. Хур тунадас-35%
5. Урсац бүрэлдэх, сувгийн мэдээлэл (Proximity to streams/channels)-30%

Дээрх нөлөөлөгч хүчин зүйлүүдээс хаяалбар, налуу, газар ашиглалт зэрэг мэдээлэл судалгааны талбайгаар бэлтгэх байдлыг (зураг 4), урсац бүрэлдэх хэсгийг тооцох (зураг 5), хур тунадасны түүхэн мэдээлэл боловсруулах (зураг 6)-д тус тус харуулав.



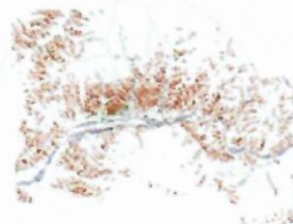
Нийслэл, дүүргийн хил



Газар ашиглалт, газрын бүрхэвч-10%



Хаяалбар (DEM)-10%



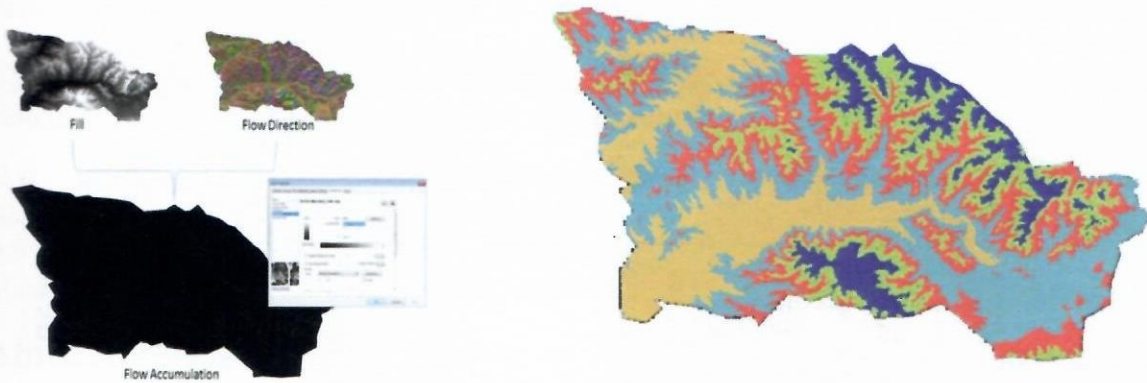
Proximity to streams/channels-30%



Налуу (Slop)-15%

Зураг 4. Тооцоололд орсон мэдээллүүдийн байдал

Урсац бүрэлдэх мэдээллийг боловсруулах дараалал олон дараалсан үйлдэл бүхий ажиллагаа байдаг ба түүнийг “газар доорх ус байх боломжит бүсийг тодорхойлох арга зүй” сэдэвт өгүүлэлдээ тодорхой тусгасан [3] тул энэ удаа зөвхөн үр дүнгийн хэсгээс харуулъя (зураг 5).



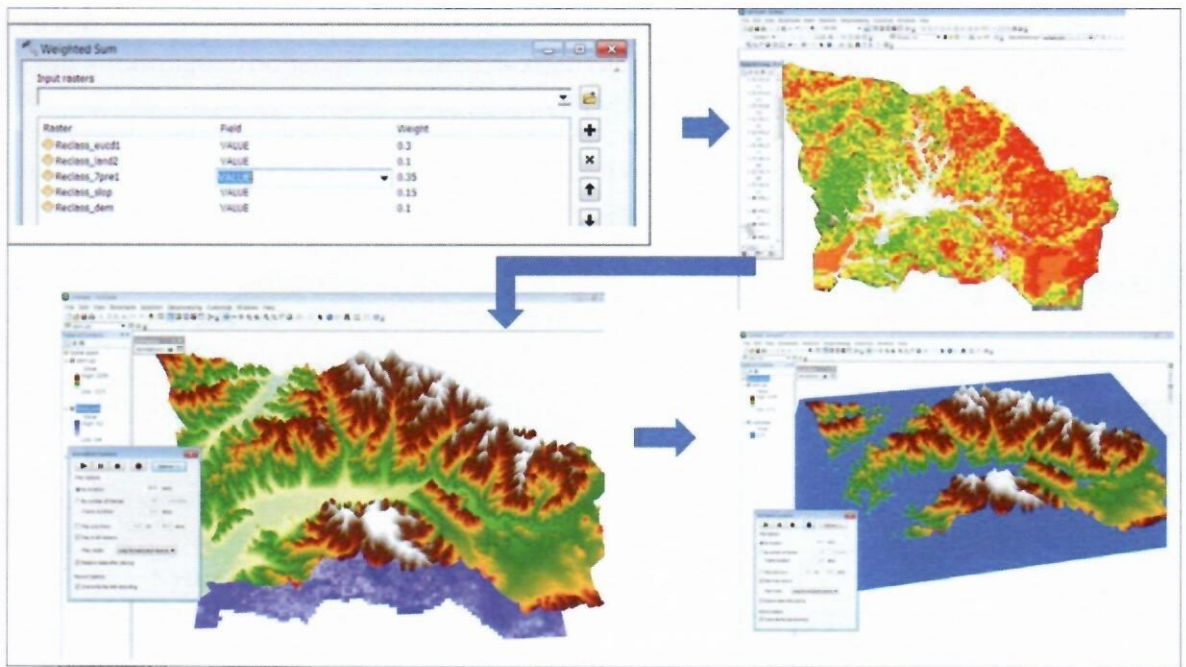
Зураг 5. Stream зураг

Хур тунадасны түүхэн мэдээг олон улсын “WorldClim” цаг уурын тоон мэдээллийн сангаас үнэгүй татаж авч болох ба 1970-2000 оны цаг уурын мэдээллийг багтаасан байдаг. Энэ хувилбар нь 2020 оны 1-р сард гарсан бөгөөд уур амьсгалын сарын хамгийн бага, дундаж, хамгийн их температур, хур тунадас, нарны цацраг, салхины хурд, усны уурын даралт, нийт хур тунадасны гэх мэт олон мэдээллүүд байдаг. Мөн 19 "био цаг уурын" хувьсагч авах боломжтой болсон байна. Өгөгдөл нь 30 секунд (~1 км²)-аас 10 минут (~340 км²) хүртэлх орон зайн өндөр нарийвчлалтайгаар авах боломжийг олгож байдаг (<https://www.worldclim.org/data/index.html>).



Зураг 6. Хур тунадасны түүхэн тоон мэдээллийг бэлтгэх

Бүх мэдээллүүдийг бэлтгэж дуусаад дахин ангилал хийж ижил утгатай болгох ба жигнэсэн дундаж нийлбэрийн аргаар (weighted sum) эцсийн үр дүнг тооцоолон зураг 7-г гарган авлаа.



Зураг 7. Үерийн эрсдэл, түүний тооцоолол

Зургаас харахад Улаанбаатар хотын зүүн хэсэгт илүү их үерлэх ус хурах байдал ажиглагдаж байгаа нь өнгөрсөн зуны үерийн мэдээлэлтэй таарч байна. Дээрх үр дүнг нягталж үзэх зорилгоор тухайн эрсдэлийн зураг дээр байшин барилгууд, нийслэл хотын хилийн мэдээллийг нэмж байршуулан дүгнэхэд энэхүү арга нь үр дүнтэй болох нь харагдаж байна. Мөн хотын сүм, хийдүүд Богдхааны өндгөн сүйн хэсэг гэгдэх дээр дурдсан 3 ордон нь усанд автахгүй байгаа нь ажиглагдана.

ДҮГНЭЛТ

Улаанбаатар хотын түүхэн болон олон цаг улирал, хугацааны хамаарлыг харуулсан зургуудаас харахад 2011 онд Манибадар зураачийн зурагт дүрсэлсэн уул, усны байдал 1970 оны байрзүйн зурагт баруун Сэлбэ аль эрт байхгүй болсон ба харин 1980 оны сансрын зураг, 1990 оны байрзүйн зургуудад тус тус голуудад ямар нэгэн өөрчлөлт байхгүй байгаа нь ажиглагдлаа. 1984 оны шинэчилсэн зураг нь төлөвлөгөөт эдийн засгийн үе байсан учир байшин барилга, гэр хороолол нь цэгцтэй байсан нь харагдана.

Тиймээс Улиастай, Зүүн Сэлбэ, Баянгол зэрэг Туул голын гол цутгалуудад хэдэн оноос өөрчлөлт орсныг тодруулахын тулд цаг хугацааг нь тодорхой товлон мэдээлэлд боловсруулалт хийх нь зүйтэй санагдлаа.

Улаанбаатар хотын олон цаг улирлын сансрын мэдээг байрзүйн зураг болон уран зургуудтай харьцуулж үзэх нь эртнээс Монголчууд ус, чийгтэй газрыг маш сайн шинждэг тухай түүхэн ном зохиолд дурдсан байгааг нотлох боломжтой байгааг харуулсан.

Дээрх байдлаас дүгнэвэл Улаанбаатар хотын энэхүү тэлэлт нь ихэнхдээ гэр хорооллын замбараагүй тэлж буйг харуулж байна. Түүнээс үүдэн агаар, ус, хөрсний бохирдол хэрээс хэтэрч байгааг эрдэмтдийн судалгаа нэгэнт харуулсан билээ.

Ийм замбараагүй тэлэлт түргэн тусламж, галын машин зэрэг шуурхай албадын ажилд ихээхэн саад болдог нь тодорхой. Үүнээс гадна сүүлийн үед шинээр сэдэн хийгдэх гэж байгаа шуудангийн хүргэлтийг хувь хүнд хүргэхээр хотын бүх хороо дүүргүүдийн хаягийг “зиб код”- той болгох сайхан ажилд багагүй сөрөг нөлөө үзүүлэх болов уу гэсэн дүгнэлтэд хүргэж байна гэсэн анхны минь магистр оюутан Д. Уранбайгалийн дэвшүүлж байсан санаа одоо хүргэлт хийж буй бүх шатныхны ажилд тусгалаа олсон байгаа.

Судалгааны талбайд байгаа урсцуудын хэдэн онд хэрхэн хаагдсаныг олон цаг улирлын сансрын мэдээ ашиглан илрүүлэх боломжтой байна.

Дэлхийн түүхэн тоон мэдээнээс олон цаг хугацаанд тухайн бүс нутаг хэзээ хуурай, хэзээ их устай байсныг тооцоолох боломжтой бөгөөд бидний хувьд техникийн хүчин чадал, цаг хугацаагаа сайн тооцоогүйгээс зөвхөн нэг удаагийн зуны улирлын мэдээг ашиглаж тооцоо хийлээ. Олон жилийн дундаж, сар бүрийн мэдээг ч боловсруулах боломжтой.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Идшинноров С. Улаанбаатар хотын түүх. Улаанбаатар хот, 1994.
- [2]. Ориго.мн сайтын мэдээлэл: Өргөө-Улаанбаатар хот (Memento 1. Арваннэгдүгээр сар 2008 цахим архивд)
- [3]. Сарантуяа Г. Газар доорх ус байх боломжит бүсийг тодорхойлох арга зүй. “Геологи” сэтгүүл №37, Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд №30, 231-237 ху, УБ, 2022
- [4]. Улаанбаатар хотын статистикийн газар, stat2701.pdf (Memento 19. Гуравдугаар сар 2007 цахим архивд) pop2006.01.01.pdf (Memento 22. Хоёрдугаар сар 2007 цахим архивд)
- [5]. <http://ubstat.mn/StatTable=20>

ШАРГАЛЖУУТ РАШААНЫ ГЕОТЕРМАЛЬ СИСТЕМ

П.Хөхөө

“Нэмэр интернэшнл” ХХК,
Имэл: p_khukhuu@yahoo.com

ХУРААНГУЙ

Шаргалжуут рашааны ордын геологийн тогтоц, гидрогеологийн нөхцөл, рашаан булгуудын гидрогеохими ба микроэлемент, газрын гүний дулааны зөөгдөл, геотермаль энерги, нөөцлүүрийн талаар хийсэн судалгааны ажлын үр дүнгийн талаар товч өгүүлсэн болно.

Түлхүүр үг: *Геофизикийн дулаан орон, Температурын градиент, Дулаан солилцоо, Газар доорх усны эргэцийн гүн, Геотермаль нөөцлүүр, Геотермаль энерги.*

ОРШИЛ

Монгол орны халуун, хүйтэн рашаан, булгийн шинжлэх ухааны үндэстэй судалгааг П.С.Михно (1901 он), В.Ф.Новицкий (1906), М.А.Усов (1914), В.А.Смирнов, Б.М.Куплетский (1926), С.А.Кондратьев (1927), Ю.А.Деньгин (1929), В.К.Чайковский (1935), Ф.К.Шипулин (1941), В.Н.Попов, А.Х.Иванов, И.А.Иванов (1944), Р.А.Хасин (1945), Н.Л.Кудряцева, А.Я.Степаненко, Н.И.Толстихин (1946), М.А.Анпилов (1947), А.А.Храпов, В.И.Браташ, Чёрнышев (1954), Ш.Цэрэн (1956), И.И.Науменко (1959), О.Намнандорж (1957), Н.А.Маринов (1963), Ө.Нямдорж (1966), Б.И.Писарский, Г.М.Шпейзер (1973), Л.А.Минаева (1974), Н.Батсүх (1975), З.Энэбиш, Н.Лхагва (1975), З.Нарангэрэл (1979), Н.М.Жигунова, Б.Аръядагва, Е.В.Пиннекер (1980), П.Доржсүрэн (1984), Г.Намхайжанцан, Б.Намбар (1994), Ц.Алтанцэцэг (1998), Ц.Оюунчимэг, П.Хөхөө (2004), Ш.Цэрэнпил (2005), Д.Ганчимэг, Р.Я.Колдышева. (2006), Мацуда Таданори (2008) Н.Жадамбаа, Ч.Жавзан (2009), Н.Норов, Д.Оюунцэцэг (2014), Б.Нямбаяр, Г.Туяа, С.Жаргалзаяа, Г.Одонтуяа (2018), А.И.Оргильянов, Д.Сурмаажав (2021) зэрэг маш олон мэргэжилтэн, судлаачид хийжээ. Судалгаанууд рашаан, булгийн геологи, гидрогеологийн хэлбэршил, физик-хими, бальнеологийн шинж чанарыг тодорхойлоход зонхилон чиглэж ирсэн байна.

Шаргалжуут халуун рашааны суурь судалгааны шинжтэй гидрогеологийн эрэл-хайгуулыг судлаач Н.Лхагва 1975 онд [1] анх хийсэн бөгөөд изотопын судалгааг доктор Д.Оюунцэцэг 2014 онд [2], геофизик орны судалгааны ажлыг доктор Н.Лхагва, П.Хөхөө нар 2019 онд [3] гүйцэтгэсэн нь шинэлэг судалгаа болсон.

Шаргалжуут халуун рашаан Баянхонгор аймгийн Эрдэнэцогт сумын “Шаргалжуут” буюу 8-р багийн нутагт, далайн түвшнээс дээш дунджаар 2150 метрт өргөгдсөн, хадархаг энгэрт, Шаргалжуут голын баруун гар талд байдаг. Рашааны орд нь газар хөдлөлийн идэвхтэй бүсэд оршино. Шаргалжуут орчмын ууланд 250-300 мм, Шаргалжуут гол дагуух нутагт жилд дунджаар 251.7 мм хур тунадас унана. Хур тунадасны 9.4 % нь хүйтэн улиралд (XI-III сард) бусад 89.6 % нь дулаан улирал, зуны 3 сард орно. Хоногт орох хамгийн их бороо 1986 оны 9 сарын 06-нд 39 мм хүрчээ. Судалгааны талбай дээгүүр Шаргалжуут гол дайран урсаж өнгөрдөг. Шаргалжуут гол Түйн голд зүүн гар талаас нийлдэг томоохон цутгал юм. Шаргалжуут гол өвөлд олон жилийн дунджаар 40-80 см зузаан мөсөн бүрхүүлээр хучигддаг.

Судалгааны талбай

Шаргалжуут рашааны ордын геологийн тогтоц

Шаргалжуут халуун рашааны орд нь геологийн тогтцын хувьд дээд пермийн (P₂) настай боржин чулуулгийн массивыг дайрсан өргөргийн чиглэлтэй тектоник хагарлын бүсэд тогтсон. Ул чулуулгийг бага зузаантай хучиж тогтсон дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдсыг гарал үүслийнх нь хувьд делюв-пролюв, аллювийн гэж ангилж болох юм. Шаргалжуут рашааны ордын сэвсгэр хурдасны үндсэн зузаалаг нь жижиг хайрга бага зэрэг агуулсан хүрэн бор өнгийн элсэнцэр, шавранцрын 0.2-0.6 м зузаантай үеэр эхэлж, доош хөх саарал өнгийн элсээр дүүргэгдсэн, бага зэрэг мөлгөржсөн үндсэн чулуулгийн хэмхдэс үйрмэгээс тогтсон байна [3].

Халуун рашаан булгийн оргилон гарч байгаа тархи орчимд диорит, боржин, цахиуржсан хадан цагаан хийгээд хувирсан занар, элсэн чулууны хэмхдэс том бул чулуун материал эмх замбараагүй хөглөрөн нурж асга үүсгэжээ. Дээд пермийн настай интрузив чулуулаг 4.6-36.1 м гүнд тохиолдох ба тэдгээр нь цагаан саарал, цайвар цагаан, хөх ногоовтор туяатай болон бүдэг саарал, хар ногоовтор өнгөтэй диорит, кварцлаг-диорит, ягаавтар саарал өнгийн биотит, эвэр хуурмагт боржингоос тогтсон. Шаргалжуут халуун рашаан боржин, диоритын биет дотор хагарлын суларсан бүс дагаж газрын гадарга дээр олон тооны +92⁰C хүртэлх халуунтай гидротерм үүсгэжээ.

Шаргалжуут рашааны ордын гидрогеологийн нөхцөл

Орд орчимд тархсан газар доорх усыг түүний хөдөлгөөн, хуримтлагдах нөхцөл, геологи-структурын онцлог байдлаар нь 3 хувааж үзнэ. Үүнд:

1. Багавтар зузаантай дөрөвдөгчийн делювийн ба пролюв-аллювийн гаралтай сэвсгэр хурдас дахь нүх сүвийн ус;
2. Ул чулуулгийн өгөршлийн бүс дэх ан цавын ус;
3. Тектоник хагарал дахь ан цав-судлын ус гэж гурван үндсэн төрөл ялгав.

Голын хөндийн, уулын ам, хормой, гуу жалгыг дүүргэсэн дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдаст нүх сүвийн ус тохиолдоно. Энэ усыг агуулсан хурдас янз бүрийн ширхэгтэй элс хайрга, хайр, хайрганцруудаас тогтох ба хааяа элсэнцэр, шавранцар маш бага зузаантай (20 см) шаврын үеүд тохиолдоно. Халуун рашаан, булгуудаас зүүн хойш 650 м ба Шаргалжуут голын зүүн гар талын талын 1-р дэнж дээр, голоос 75 м зайд илэрсэн. Ан цавын ус орд газрын хэмжээнд тархсан интрузив чулуулгийн ан цав өгөршлийн бүсэд тохиолдоно. Ан цавын усыг агуулсан чулуулгууд өгөршил, ан цавшилд орсон янз бүрийн ширхэгтэй боржин, кварцлаг-диорит, диорит болно. Халуун рашаан булгаас зүүн хойш 200 м, голын зүүн гар талын 1-р дэнжээс 150 м зайд байгаа “Магсар хад” цохионоос урсан гарч байгаа Лхамын рашаан юм. 2019 оны байдлаар булгийн ундарга 0.02 л/с байв. Энэ ул чулуулгийн ан цавын ус атмосферын хур тунадсаар байнга тэжээгдэнэ. Ан цав-судлын ус халуун рашааны ордыг бүрдүүлдэг. Шаргалжуут халуун рашааны орд газарт тектоникийн үндсэн хагарал голын баруун хажуугаар бараг өргөргийн чиглэлээр сунаж тогтсон байна. Далайн түвшнээс дээш 2159.4 м өндөрт өргөгдсөн хад асга бүхий бэлийн дагуу 540м*100м = 54000 м² талбайд их, бага, халуун, хүйтэн нийлсэн 134 булаг оргилон гарч буй байрлал нь орчин үеийн геоморфологийн хэлбэршлээр Шаргалжуут голын усны түвшний дунджаас (2135 м) гипсометрийн хувьд 4.5÷21.0 м өндөрт оршино. Бүртгэж координатжуулсан +20 градусаас дээш температуртай халуун рашаан 38, газрын гадаргад илэрсэн талбайн хэмжээ ойролцоогоор 28000 м² байна. Шаргалжуут халуун рашааны булгуудын илэрц Шаргалжуут гол руу гадаргын хэвгийг (J≈0.13) дагаж хошууран түрж шургадаг.

Шаргалжуут халуун рашааны ордын талбайд халуун уур өтгөрөлтийн явцад конденсацын гаралтай хүйтэн усны булгууд нэгэн адил халуун булгуудийн дунд тусгайлсан талбай үүсгэсэн байна. Тэдгээрийн ундарга нэлээд бага, зарим хэсэгт бамбалзуур үүсгэж талбайлаг байдлаар тархсан нь төв, зүүн хэсгийн өндөр температуртай булгуудийн дунд ялгагдана. Энэ нь өндөр температуртай булгуудийн талбайн уур манангийн салхины инверсийн нөлөөгөөр илүү их конденсац явагддагийг харуулна. Харин өвлийн улиралд уг талбайнуудад мөсөн тошин үүсдэг. Хүйтэн булгийн төлөөлөл нь Ариун цэврийн түрхлэгийн зүүн талын булаг юм. Ундарга нь 0.076 л/с, температур +18°C.

Шаргалжуут халуун рашааны булгуудын ундарга өргөн хэмжээнд хэлбэлзэнэ. Томоохон бие дааж тоноглогдсон (каптаж) болон дагнасан булгуудын ундарга 0.5-3.0 л/с. Эрхтийн нэрээр нэрлэсэн рашааны ундарга маш бага хүрээнд хэлбэлзэнэ. Тухайлбал, Таван мэдрэл сэргээх 0.026 л/с, Нүдний 0.021 л/с, Хүрэн цоргот 0.025 л/с, Оюун ухааны 0.041 л/с, Нарийн гэдэс ба Бүдүүн гэдэсний 0.007 л/с, Чихний 0.008 л/с, Эр бэлгийн 0.0028 л/с, Хамрын 0.00027 л/с гэх мэт байгаа юм. Шаргалжуут халуун рашааны ордын байгалийн баялагт 0.19 л/с-ээс дээш ундаргатай булгуудийн зарцуулгыг оруулж тооцсоноор халуун рашаан булгуудийн үйлдвэрлэлийн бодитой нөөц 61.0 л/с [4].

Газар доорх усны систем өөрөөр хэлбэл, хучаас хурдас, усажсан давхаргын зузаан, орших гүнийг үнэлэхийн тулд гидрогеофизикийн босоо цахилгаан бүсчилэл, өдөөгдмөл туйлшрал, дифференциалт потенциалын аргууд хэрэглэсэн бөгөөд “Өндөг чанадаг-1” халуун рашааныг дайруулан Шаргалжуут голын зүүн гар талаас баруун гар тийш нь хөндлөн татсан профиль дагуу хэмжилт хийхэд дөрөвдөгчийн насны хайрга, элсэнцэр, шаварлаг сэвсгэр-хучаас хурдас 10-20 м гүнд 40÷100 Ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцлээр, туйлшралын 1.3 хувийн гажлаар илэрч байна. Усажсан үе, давхарга хэмхдэст материалаас бүрдэх ба зузаан нь 60-80 м, хувийн эсэргүүцэл 150÷200 Ом.м, рашаан усны түрцийн тархалт буюу урсцын мужийн өргөн ойролцоогоор 100 м. Тектоник хагарал, эвдрэлийн бүсэд ан цавлаг боржин 150÷500 м гүний интервалд 300÷500 Ом.м цахилгаан эсэргүүцлээр 150÷350 м зузаантай илэрч байна. Усажсан үеийн дор сул ан цавтай боржинлог чулуулаг дэвсгэрлэнэ, хувийн цахилгаан эсэргүүцэл 500÷7200 Ом.м. Акустик резонансын томограф аргаар сул ан цавшсан боржин чулуулаг 1200 м хүртэл гүнд үргэжлэх геогагар гарсан бол геотермаль орон (гидротермийн задгайралтын голомтууд) өгөршлийн бүсэд ерөнхийдөө сул соронзон орноор (10÷40 нТ) илэрч, харин туслах чанарын тектоник хагарлууд арай өндөр соронзон орны бүтэн векторын утгаар илэрч байна (80÷100 нТ). Радиометрийн хэмжилтээр цөмийн ионжуулагч цацраг буюу γ -квантыг 3 профиль дагуу бүртгэв. Ордын талбайд цацраг идэвхийн ерөнхий фон 12÷14 мкР/цаг байгаа бол “Өндөг чанадаг-1” рашаан дээр давтан хэмжилтээр 16÷20 мкР/цаг, Гоо сайхны рашааны хөл рүү, нэргүй булгийн доод талд, хуучин чулуун хашлагийн дэргэд 20 мкР/цаг, “Эмээл-халуун жин”-гийн дэргэд 16.2÷20 мкР/цаг квант энерги детектороор бүртгэгдэж байна [5].

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Хээрийн нөхцөлд геологийн маршрут, гидрогеологийн горимчилсан ажиглалт, хэмжилт, халуун рашаан булгуудыг координатжуулах топо-геодезийн зураглалын ажил хийлээ. Шаргалжуут рашааны ордын геозүсэлт буюу геогагар гаргах; усажсан үе, давхаргын зузаан, литологи бүтэц, гүний байрлалыг тогтоох; тектоник хагарал, ан цав цавшил, сулралын бүсийг үнэлэх, өндөр цацраг идэвхжилттэй цэгүүдийг илрүүлэх зорилгоор гидрогеофизикийн цахилгаан хайгуулын босоо цахилгаан бүсчилэл, дифференциалт

потенциал, өдөөгдмөл туйлшрал, радиометри, соронзон хайгуул зэрэг уламжлалт аргуудаас гадна орчин үеийн акустик резонансын томографыг ашигласан болно.

Уламжлалт бус энергийн нэг хэлбэр болох газрын гүний дулааны тооцоололд Геотерм, Дулаан солилцооны механизм, усны гидрогеохими, микроэлементийн шинжилгээ, геохимийн геотермометрын кварц ба катионы бүлэг аргуудыг хэрэглэв.

Гидротермаль системийн дулаан. Геофизикийн орнуудын анхдагч нь дулаан орныг нэг талаас галт уулын идэвхжилт, дэлбэрэлт, нөгөө талаас халуун булгийн геотермаль идэвхтэй холбогдуулан судалж, хөгжүүлж ирсэн түүхтэй [7]. Дулаан орон буюу газрын хэвлий дэх дулаан, температурын тархалт, түүний эх үүсвэрийг Геотерм судална [8]. Дулаан солилцооны төлөв байдлыг тодорхойлох үндсэн параметрын нэг бол температур юм. Температурын орон скаляр хэмжигдэхүүн бөгөөд Декарт буюу тэгш өнцөгтийн системд дараах математик бичиглэлээр илэрхийлэгдэнэ.

$$T=f(x, y, z, \tau)$$

Энд:

x, y, z- Координат;

τ - Хугацаа.

Дулаан нь энергийн нэг хэлбэр, харин геотермаль энерги бол уламжлалт бус энергийн “шинэ” төрөл юм [9]. Дулаан солилцооны онолд дулаан дамжуулалт (молекуляр зөөгдөл, кондуктив дулаан солилцоо), конвекц (конвектив дулаан солилцоо, дулааны конвектив зөөгдөл, конвектив дулаан өгөмж), цацраг (дулаан цацраг, радиац дулаан солилцоо) гэсэн хэлбэр бий. Дулаан-масс солилцоо нарийн нийлмэл процесс юм. Дулаан солилцооны 3 механизмыг [8, 10, 11, 12] ашиглаж Шаргалжуут халуун рашааны загвар тооцоо хийлээ.

Кондуктив дулаан солилцоо. Дулаан, дулаан дамжуулалтыг Фурьегийн хуулиар олно:

$$dQ_{\tau} = -\lambda * dT / dn * dF * d\tau$$

Энд:

Q_{τ} - Дулаан (дулааны тоо хэмжээ, дулаан урсгал), Дж/с=Вт;

λ - Чулуулгийн дулаан дамжуулалт (-ын харьцал), Вт/(м*°C);

dT/dn - Температурын градиент;

n- Газрын гадарга руу чиглэсэн нормаль;

F- Дулаан солилцооны гадаргын талбай (изотермийн гадарга), м²;

τ - Хугацаа, с.

Нийт дулааныг хугацаа, талбайгаар интеграл авах замаар олох боломжтой [13].

$$Q = - \iint \lambda \frac{\partial T}{\partial n} * dF * d\tau$$

Гидротермаль процессын чухал үзүүлэлт бол дулаан урсгалын гадаргын нягт (дулаан дамжуулалт, дулааны ачаалал, дулаан тэжээгдлийн эрчим) юм. Энэ нь температураас уламжлал авсан тоон утгаараа тэнцүү вектор бөгөөд газрын хэвлийгээс гадаргын нэгж талбайд ирж буй дулаан. Дулаан дамжуулалт чулуулгийн бүрэлдэхүүн, даралт, температураас хамаарна [14].

$$q = -dQ_{\tau} / dF * d\tau = -\lambda * grad(T) = -\lambda * \nabla T \quad [15]$$

Энд:

q- Дулаан урсгалын нягт, Дж/м²с=Вт/м²;

∇ - Гамильтоны оператор («набла»).

Шаргалжуут халуун рашааны гидротермийн дулаан дамжуулалт боржинлог чулуунд явагдана гэж үзвэл кондуктив дулаан, дулаан урсгалын нягт:

$$Q_{\text{конд}}=2.4 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C} * 25^{\circ}\text{C} / 1000 \text{ м} * 28\,000 \text{ м}^2 = 1680000 \text{ Вт}$$

$$q=60 \text{ Вт/м}^2.$$

Конвектив дулаан солилцоо. Конвекцын механизм нь бодисын шингэн ба хийн төлөвт хамаарах боловч дулаан дамжуулалттай дагалдаж явдаг. Иймээс уг процессыг конвектив дулаан солилцоо гэж нэрлэнэ [16]. Конвектив дулаан зөөгдөл буюу дулаан өгөмжийг олохдоо Ньютон-Рихманы империк томъёо [12] ашиглана.

$$Q=\alpha * F * (T_f - T_w) * \tau \quad [12]$$

Энд:

Q- Дулаан урсгал, Вт;

α - Дулаан өгөмжийн харьцал, $\text{Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

T_f, T_w - Флюид (шингэн) ба гадаргын дундаж температур, $^{\circ}\text{C}$;

F- Дулаан солилцооны биетийн гадаргын талбай, м^2 ;

T- Хугацаа, с.

Шаргалжуут халуун рашааны дулаан урсгалыг конвекцын аргаар олбол:

$$Q_{\text{конв}}=6.7 * 28000 * (130-70)=1\,125\,6000 \text{ Вт.}$$

$$q=402 \text{ Вт/м}^2.$$

Цацраг дулаан солилцоо. Эх газрын гүний дулаан урсгал 3 эх үүсгүүрээс (радиооген, үлдэгдэл, мантийн буюу “фон”) бүрдэнэ, түүний 40-50 хувийг радиооген дулаан эзэлнэ [8]. Радиаци буюу цацрагаар энерги зөөгдөх механизм нь цахилгаан соронзон долгион болно. Радиаци дулаан солилцоог Стефан-Больцманы хуулиар олно. Үнэмлэхүй хар биет гэж үзвэл:

$$Q_o=c_o F (T/100)^4 \quad [17]$$

“Саарал” биет буюу бодит биетийн цацруулах энергийг дараах тэгшитгэлээр олно:

$$Q=\varepsilon * \sigma_o * F * T^4 \quad [15, 17, 18]$$

Энд:

Q- Дулаан урсгал, Вт;

σ_o - Стефан-Больцманы тогтмол, $5.67 * 10^{-8}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}^4)$;

F- Цацрагт өртөж буй гадаргын талбай, м^2 ;

T- Цацрагт өртөж буй гадаргын температур, $^{\circ}\text{C}$;

c_o – Үнэмлэхүй хар биетийн цацрагийн харьцал, $5.67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{ }^{\circ}\text{C}^4)$;

ε - Саарал биетийн харлалтын интеграль зэрэг, $0 \leq \varepsilon \leq 1$.

Шаргалжуут халуун рашааны дулаан урсгалыг цацрагийн 2 аргаар тооцов.

а) Энергийн максимум хэмжээгээр:

$$Q_o=c_o F (T/100)^4=5.67 * 28000 * (92/100)^4=5.67 * 28000 * 0.72=114307.2 \text{ Вт}$$

б) “Саарал” биетээр тооцвол:

$$Q_{\text{рад}}=\varepsilon * \sigma_o * F * T^4=0.5 * 5.67 * 10^{-8} * 28000 * (92)^4=57154 \text{ Вт}$$

Халуун усны нөөцлүүрийн температур. Шаргалжуут халуун рашааны тэжээлийн эх үүсгүүрийг хур тунадас, гадаргын ус (Шаргалжуут гол), метеорын ус бүрдүүлж байх магадлалтай. Халуун рашааны гидрогеохими, микроэлементийн шинжилгээний үр дүнг ашиглан геохимийн геотермометрын аргуудаар халуун усны хэлбэршлийн гүний температурыг тооцоолж гаргалаа. Цахиурын исэл SiO_2 (кварц) ба катион Na/K геотермометрын аргыг ашиглан альтернатив 4 хувилбараар тооцоолов. Эдгээр аргачлалыг усны халуун $25 \div 250^{\circ}\text{C}$ байхад ашиглахад тохиромжтой гэж судлаачид зөвлөдөг.

Халуун усны хэлбэршлийн гүний температурыг уусмалын адиабат, кондуктив хөрөлтийн үеийн кварц буюу Si-геотермометрын тэгшитгэл [19, 20] ашиглан 2 аргаар бодов.

а) Дулааны алдагдалгүй, адиабат процессын үед:

$$T_a = 1309 / [5.19 - \log(\text{SiO}_2)] - 273.15 \quad [19, 20]$$

Энд:

SiO₂ – Цахиурын исэл, түүний концентрац, мг/л.

б) Максимум дулаан алдагдалтай кондуктив дулаан солилцооны үед:

$$T_k = 1522 / [5.75 - \log(\text{SiO}_2)] - 273.15 \quad [19, 20]$$

Шүлтлэг металл буюу Na, K ионы харьцаа ашигладаг геотермометрын аргаар халуун рашааны нөөцлүүрийн гүний температурыг Фурньегийн томъёогоор [20, 21] үнэлэв.

$$T_F = 1217 / [1.438 + \log(\text{Na}/\text{K})] - 273.15 \quad [20, 21]$$

Энд:

катион Na, K, мг/л;

Тооцоонд Ньева нарын [22] томъёо ашиглан үр дүнг нь харьцуулсан (Гуравдугаар хүснэгт) болно.

$$T_N = 1178 / [1.470 + \log(\text{Na}/\text{K})] - 273.15 \quad [22]$$

ҮР ДҮН

Халуун рашааны физик-химийн онцлог үзүүлэлт.

Судалгаанд хамрагдсан 38 халуун рашааны (Нэгдүгээр хүснэгт) температур +20÷92°C, урвалын орчны шүлтлэг буюу хүчиллэг байдлын зэрэг pH 8.87÷9.83, цахилгаан дамжуулах чадвар EC 329÷400 μS/cm, исэлдэн ангижрах потенциал ORP (-20÷-137) mV, эрдэжилт M 184÷283 мг/л, SiO₂ цахиурын ислийн дундаж агуулга 91.87 мг/л, H₄SiO₄ ортоцахуурын хүчлийн дундаж агуулгын хэлбэлзэх хүрээ 86.90÷171.24 мг/л, фтор F⁻ 5.45÷141.73 мг/л. Ус нь чанарын хувьд цэнгэг, маш зөөлөн, шүлтлэг орчинтой, сул эрдэжилттэй, эмчилгээний өндөр идэвх үзүүлдэг элемент ортоцахуурын хүчил, фторын өндөр агууламжтай, гидрокарбонат-натрийн төрлийн рашаан юм.

Нэгдүгээр хүснэгт. Шаргалжуут халуун рашааны физик-химийн онцлог үзүүлэлт

№	Халуун бүлгийн нэр	t _{max} [°C]	pH	EC, [μS/cm]	ORP, [mV]	M, [мг/л]	SiO ₂ , [мг/л]	H ₄ SiO ₄ , [мг/л]	Na+K, [мг/л]	F ⁻ , [мг/л]	Na/K*
1	Ясны “а” рашаан буюу “Хүлэмж”	80	9.62	385	-137	222	96.83	154.94	76	5.9	67/0.1=670
2	Нарийн, бүдүүн гэдэсний рашаан, (Чулуун дээрх бичээс №130)	66	9.63	385	-110	272	98.31	157.3	93.15	5.87	69.4/0.1=694
3	Таван мэдрэл сэргээх рашаан, (№38)	64	9.66	362	-65	254	98.4	157.41	87.29	6.09	76.9/0.1=769
4	Үе мөч, бөөр нурууны рашаан, (№65)	84	9.61	362	-98	261	97.9	156.66	89.2	5.91	72.8/0.1=728
5	Оюун ухааны рашаан, (№7)	76	9.61	391	-85	253	97.44	155.9	86.91	6.04	72.5/0.1=725
6	Эмэгтэйчүүдийн рашаан, (№6)	81	9.60	373	-59	245	99.25	158.8	84.1	6.11	75.5/0.3=251.67

7	Харшлын рашаан, (№75)	70	9.57	374	20	263	97.3	155.69	89.99	5.91	71.9/0.4=179.75
8	Сахар, давсгийн рашаан (№30)	67	9.61	357	16	251	97.1	155.37	84.08	6.06	71.3/0.2=356.5
9	Сав, өндгөвчийн рашаан (Ш-1)	86	9.68	350	-66	232	98.38	157.41	79.74	5.57	68.4/2.8=24.43
10	Элэг, цөсний рашаан, (№11)	62	9.74	360	-76	208	98.65	157.84	68.95	5.79	67.4/2.9=23.24
11	Цагаан бөөмийн рашаан, (№31)	81	9.78	378	-79	184	99.25	158.8	65.3	5.72	68.4/3.1=22.06
12	Улаан бөөмийн рашаан, (№17)	64	9.76	359	-44	213	96.70	157.72	73.84	5.55	67.2/3.2=21.0
13	Уушгины рашаан, Утлагын хайрцаг, сандлын зүүн талд 3 м-т	76	9.75	360	40	218	98.9	158.27	76.03	5.72	68.7/3.3=20.82
14	Хүрэн цорготын рашаан, (№120)	76	9.74	355	-113	242	96.62	151.39	78.57	5.89	66.4/3.3=20.12
15	Эр бэлэг эрхтний рашаан, (№21)	68	9.75	355	25	197	94.82	151.72	65.83	5.52	67.2/3.5=19.2
16	Гоо сайхны рашаан, (№35)	88	9.71	362	-75	207	96.63	157.62	72.04	5.57	70.4/3.6=19.56
17	Утлагын халуун рашаан	84	9.80	385	-39	226	102.74	164.39	73.71	5.55	77.9/2.4=32.46
18	Бөөр, нуруу, халуун жин	82	9.82	389	-27	225	104.22	166.75	75.87	5.69	78.7/2.4=32.79
19	Мөр, тохой, гарын үенүүд, (№66)	48	9.81	356	35	227	103.88	166.75	78.70	5.69	79.4/2.6=30.54
20	Хүйсийн рашаан (№1)	64	9.81	357	-128	211	101.80	162.88	73.51	5.74	75.9/2.4=31.63
21	“Өндөг чанадаг-2”, (№40)	90	9.83	357	-162	219	102.61	164.17	76.40	5.55	77.3/2.4=32.21
22	“Өндөг чанадаг-1”, каптажтай, 5 булгийн дээрээс 2 дахь, труба холбосноос	92	9.75	349	-122	221	92.20	147.53	77.71	5.45	77.71/2.4=32.38
23	Ариун цэврийн түрхлэг	20	8.87	400	70	283	107.57	172.12	85.14	5.47	85.14/2.6=32.75
24	Ходоодны хүчил их, (№14)	84	9.76	382	-71	215	6.21	88.58	74.31	141.73	73.5/2.7=27.22
25	Ходоодны хүчил бага, (№13)	46	9.64	356	56	235	5.84	86.90	77.63	139.04	77.5/2.7=28.70
26	Хоолойн рашаан, (№15)	63	9.69	397	102	220	90.26	144.41	75.29	5.84	77.3/3=25.77
27	Хамрын рашаан, (№39)	69	9.73	335	131	209	96.03	153.65	72.43	6.14	72.6/2.6=27.92
28	Чихний рашаан, (№37)	76	9.78	329	123	218	88.18	141.08	73.43	5.87	72.3/2.7=26.78
29	Шүд, буйлны рашаан, (№57)	70	9.75	351	137	248	83.81	134.11	85.09	5.82	71.8/2.6=27.62
30	Зүүн бөөрний рашаан, (№40)	71	9.75	340	-34	212	88.58	141.73	72.96	6.18	72.9/2.5=29.16
31	Баруун бөөрний рашаан, (№40)	70	9.78	342	82	240	87.64	140.23	81.63	5.79	73.2/2.5=29.28
32	Тархи, нугасны рашаан, (№5)	68	9.76	347	-20	204	91.2	145.92	69.61	5.89	73.4/2.6=28.23
33	Судасны рашаан, (№19)	74	9.75	352	38	218	85.69	137.11	72.93	6.14	75.7/2.6=29.12

34	“Зүрх-2” рашаан, өндөр хадны ёроолд	25	9.56	382	60	244	97.17	155.47	79.90	5.89	81.4/3.2=25.44
35	Хөлний рашаан, (№10)	88	9.73	350	71	229	89.99	143.83	79.05	5.84	73.7/2.5=29.48
36	Хөхний рашаан (№2), баруун	72	9.69	350	57	230	89.65	143.45	78.43	6.16	73.2/2.6=28.15
37	Нүдний рашаан, (№59)	58	9.75	384	-124	219	106.2	169.9	76.65	5.88	78.3/2.8=27.96
38	Эм бэлэг эрхтний рашаан, (№21)	70	9.70	369	-108	234	107.04	171.24	83.23	6.03	81.8/2.8=29.21
	Дундаж утга	70.3					91.87				

Микроэлементийн шинжилгээний дүгнэлтээр авав.

Микроэлементийн бүрэлдэхүүн.

Уух, бальнеологийн хосолсон зориулалтаар ашигладаг 38 халуун рашааны усанд 57 микроэлемент тодорхойлуулахад хөнгөн цагаан Al, стронций Sr, скандий Sc, молибден Mo, мөнгөн ус Hg, кадмий Cd, хүнцэл As, рубидий Rb, цезий Cs, вольфрам W, галлий Ga, зэс Cu, талтал Ta, ниобий Nb, цагаан тугалга Sn, уран U тодорхой хэмжээгээр илэрч байна (Хоёрдугаар хүснэгт).

Газар доорх усны чанарын үнэлгээгээр элемент As, Hg онцгой аюултай, Cd, Sr, Mo өндөр аюултай, Al, Cu аюултайд [6] тооцогддог учир цаашид, ялангуяа ууж хэрэглэдэг халуун рашааныг нарийвчилж судлах нь зүйтэй юм.

Хоёрдугаар хүснэгт. Шаргалжуут халуун рашааны микроэлементийн бүрэлдэхүүн [µG/L]

Халуун булгийн нэр	Al	Cu	Sr	Sc	Ga	Mo	As	Rb	Zr	Nb	Cd	Sn	Cs	Ta	W	Hg	U
Ясны “а” рашаан буюу “Хүлэмж”	100	-	70	23	8.80	54.2	4.15	56.4	0.64	0.15	0.23	-	47.8	0.33	101	3.0	-
Нарийн, бүдүүн гэдэсний рашаан, (Чулуун дээрх бичээс №130)	112	-	70	23	8.86	54.8	4.23	57.1	-	-	0.25	-	47.6	0.10	95.6	2.7	0.12
Таван мэдрэл сэргээх рашаан, (№38)	-	-	76	24	5.97	59.7	4.73	67.1	-	-	0.13	-	51.4	-	105	2.8	0.09
Үе мөч, бөөр нурууны рашаан, (№65)	-	-	81	23	9.78	58.0	4.24	61.0	-	-	0.25	-	50.6	-	98.2	2.5	0.05
Оюун ухааны рашаан, (№7)	-	-	82	22	9.43	55.4	4.15	60.5	-	-	0.25	-	49.9	-	96.7	2.3	0.04
Эмэгтэйчүүдийн рашаан, (№6)	-	-	84	22	9.70	57.2	4.28	61.5	-	-	0.25	-	51.3	-	99.1	2.5	0.03
Харшлын рашаан, (№75)	136	-	79	22	9.68	55.4	4.20	59.5	-	-	0.25	-	49.8	-	99.1	2.2	0.03
Сахар, давсгийн рашаан (№30)	-	-	78	23	9.83	56.5	4.16	60.3	-	-	0.25	-	48.7	-	97.7	2.2	0.02
Сав, өндгөвчийн рашаан (Ш-1)	1378	11	56	20	9.91	58.2	4.67	60.4	0.97	-	0.18	-	51.9	0.13	98.4	-	-
Элэг, цөсний рашаан, (№11)	1319	-	56	18	10.3	57.4	4.51	60.9	0.57	-	0.20	-	53.2	-	96.6	-	-
Цагаан бөөмийн рашаан, (№31)	1178	7	72	18	10.2	58.5	4.62	59.7	0.49	-	0.21	-	52.2	-	97.7	-	-

Хөлий рашаан, (№10)			63	25	10.0	57.1	4.32	60.6	0.20	0.15	0.22	-	50.2	0.44	109	1.9	-
Хөхний рашаан (№2), баруун	109		81	23	9.82	54.9	4.04	58.6	0.11	0.13	0.23	-	49.7	0.38	109	1.8	-

Гуравдугаар хүснэгт. Халуун рашааны хэлбэршлийн гүний температурын тооцоо

Халуун рашааны нэр	Хэмжсэн температур, T ^{°C}	SiO ₂ аргаар тооцоолсон T, °C		Na/K аргаар тооцоолсон T, °C	
		T _a	T _k	T _F	T _N
38 халуун рашааны дундаж үзүүлэлт	70	132	128	-	-
“Өндөг чанадаг-1”	92	-	-	139	122

Тайлбар: T_k- Кондуктив дулаан солилцоо;

T_a- Адиабат процесс;

T_F- Na/K геотермометр [21];

T_N- Na/K геотермометр [22].

Газар доорх усны циркуляцийн гүн. Халуун усны хэлбэршлийн температур, бүс нутгийн геотермын градиентыг ашиглан усны хэлбэршлийн (геотермаль нөөцлүүрийн, циркуляцийн) гүнийг дараах тэгшитгэлээр олно [23].

$$D=(T_1-T_2)/G+h$$

Энд:

D- Геотермаль нөөцлүүрийн гүн (м);

T₁- Суурь температур буюу геотермаль нөөцлүүрийн температур (°C);

T₂- Газрын гадаргад илэрсэн халуун булгийн температур (°C);

G- Геотермаль (геотермийн) градиент (°C/1000 м);

h- Температур тогтмол байх нейтраль бүсийн зузаан (м), 20÷40 м [7].

Халуун рашаануудын дундаж үзүүлэлтээр:

$$D=(T_1-T_2)/G+h=(130-70)/(25)+20=2420 \text{ м.}$$

Байгалийн рифтын бүсэд дундаж геотермын градиент 25°C/км [24], Хэнтий-Дагуурын өргөгдөлд 27°C/км [25], Хятадын Цзянси хязгаарт 26°C/км [26], Монголын Хангайн өргөгдөлд 25°C/км [27] болохыг судлаачид тогтоосон. Шаргалжуут халуун рашааны ордын геотермаль нөөцлүүрийн гүнийг олохдоо геотермын градиент G=25°C/1000м гэж авав.

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Орчин үеийн концепциэр байгалийн ус нь гетероген, дисперслэг систем бөгөөд “Ус-Чулуулаг”-ийн харилцан үйлчлэлд, геологийн хувьсалд байдаг. Шаргалжуут халуун рашааныг олон талаас судалж, үр дүнг нь нэгтгэх шаардлагатай байгаа юм. Энэ өгүүлэл анхдагч шинжтэй учир геофизикийн дулаан орны талаар нэлээд дэлгэрэнгүй бичсэн бөгөөд Шаргалжуут халуун рашааныг систем болгон авч үзлээ. Геотермаль ус гэж газрын хэвлийгээс 20°C-ээс дээш температуртай илэрч буй ус болно [28].

Ус тектоник хагарлаар газрын хэвлийн 6 км хүртэлх гүнд нэвтрэн халж, чулуулагтай байнгын харилцан үйлчлэлд орсноор тодорхой химийн элемент, хийн фазыг зөөвөрлөдөг болохыг эрдэмтэд үнэлжээ. Энэ регионы гидротермийн хэлбэрших гүнийг тухайлбал: В.А.Голубев байгалийн рифтын бүсэд 1.53÷5.37 км [24], Е.В.Зиппа Хятадын Цзянси хязгаарт 3÷6 км [29], Д.Сурмаажав Монголын Хангайн өргөгдөлд орших Шаргалжуут рашааны ордын хүрээнд 4.98 км [27] гэж үнэлсэн байна. Бидний хийсэн тооцооллоор Шаргалжуут рашааны гидротермийн хэлбэрших гүн 2420 м байна. Өмнөх судалгаануудаас бага зэрэг зөрж байгааг арга зүйтэй холбоотой гэж үзлээ.

Конвектив дулаан солилцоо нь дулаан зөөгдлийн конвекц, дулаан дамжуулалттай гол төлөв хамт явагдах ба ерөнхий тохиолдолд дулаан өгөмж 3 механизмын нийлбэр байдаг [16] Дулаан өгөмжийг олоход дулаан өгөмжийн харьцлыг олох нь хамгаас чухал. Усны чөлөөт конвекцын үед дулаан өгөмжийн нийлбэр харьцал $a=20\div 100$ [30, 31], тухайн тохиолдолд дулаан өгөмжийн харьцал $6.706/m^2\cdot^{\circ}C$ [32] гэж сонгов.

ДҮГНЭЛТ

1. Рашааны орд гидрогеотермийн нөхцөлөөрөө баруун урдаас зүүн хойш чиглэсэн региональ гүний хагарлын (Шаргалжуут голыг мордож тогтсон) бүсэд түүнийг огтолсон хөндлөн чиглэлтэй хязгаарлагдмал орон зайн суналтай 2-3 бичил хагарлын уулзварт гүний дулаан оронтой холбогдон үүсэж бүрэлдсэн.
2. +20 градусаас дээш халуунтай рашаан булаг газрын гадаргад илэрсэн талбайн хэмжээ ойролцоогоор 28000 м². Шаргалжуут рашаан гадаад, дотоод тэжээлийн мужтай бөгөөд тэжээлийн эх үүсгүүр нь хур тунадас, гадаргын ус (Шаргалжуут гол), харин гарал үүслийн хувьд метеорын ус зонхилох магадлалтай. Энэ халуун рашаан эвдрэлийн бүс, тектоник хагарлаар газрын гадаргад илэрч байна.
3. Шаргалжуутын 38 халуун рашаан, булагт судалгаа хийж үзэхэд ус нь чанарын хувьд цэнгэг, маш зөөлөн, шүлтлэг орчинтой, сул эрдэсжилттэй, эмчилгээний өндөр идэвх үзүүлдэг элемент болох ортоцахуурын хүчил, фторын өндөр агууламжтай, гидрокарбонат-натрийн төрлийн рашаан юм.
4. Доктор Д.Оюунцэцэгийн 2007 онд хийсэн судалгаагаар [2] Шаргалжуутын хамгийн халуун рашааны температур 92°C, урвалын орчин рН 8.8, 2012 онд 95°C, рН 8.7 байсан нь 2020 оны түвшинд эдгээр үзүүлэлтэд өөрчлөлт ороогүй байна.
5. Бидний тооцооллоор газар доорх халуун усны нөөцлүүрийн температур дунджаар 130°C, эргэц буюу циркуляцийн гүн 2420 м.
6. Шаргалжуут халуун рашааны ус ашиглалтын боломжит нөөц 61.0 л/с буюу 5270.4 м³/хон. Үүний дөнгөж 5.89 %-ийг дулаан хангамж, эмчилгээнд ашиглаж байна. Геотермаль энергийг улам өргөн хэрэглэж нөөц, бололцоо байгаа юм. Геотермаль энерги бол уламжлалт бус энергийн нэг “шинэ” төрөл [9], хямд төсөр эх үүсгүүр юм.
7. Гидротермаль системийн дулааныг дулаан солилцооны 3 механизмаар бодов. Кондуктив дулаан солилцооны аргаар: дулаан $Q_{\text{конд}}=1680000$ Вт, дулаан урсгалын нягт $q=60$ Вт/м², конвектив дулаан солилцооны аргаар: $Q_{\text{конв}}=11256000$ Вт, $q=402$ Вт/м². Ашиглах боломжит энергийн хэмжээ 53÷355 ТДж/жил гэж тооцоолов.
8. Гидротерм нь геологи, гидрогеологи, геохими, геотермийн нөхцөлүүдээс хамаарч янз бүрийн ундарга, ион ба хийн найрлагатайн дээр температур, эрдэсжилтийн өргөн интервалд тодорхойлогдоно. Дулааныг ашиглахаас гадна гидротермээс үнэ цэнэтэй микроэлементүүд гаргаж авах боломжтой.
9. Халуун рашааны геотермаль системийг судалж, баяжуулан хөгжүүлэх нь зүйтэй санагдана.

ТАЛАРХАЛ

Энэ өгүүлэлийг бичих явцад үнэтэй зөвлөгөө өгсөн Монгол Улсын гавъяат багш, шинжлэх ухааны доктор (Sc.D), эрдэм номын багш, профессор Н.Батсүх Тандаа маш их баярлаж талархсанаа илэрхийлье.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Н.Лхагва. 1975 онд Шаргалжуутын халуун рашаан дээр хийсэн гидрогеологийн эрэл-хайгуулын ажлын тайлан. Текст 118 тал. Улаанбаатар. 1976.
- [2]. D.Oyuntsetseg. Isotopic and geochemical study of geothermal fluids in Mongolia for geothermal exploration A Thesis Submitted to the Department of Environmental Biology and Chemistry, University of Toyama in partial fulfillment of the requirements for degree of Doctor of Philosophy (PhD). Toyama, Japan 2014, 101p.
- [3]. Н.Лхагва, П.Хөхөө. Баянхонгор аймгийн Эрдэнэцогт сумын нутаг дахь Шаргалжуутын халуун рашааны ордын нөөцийг дахин үнэлэх ашиглалтын хайгуулын гидрогеологийн судалгааны ажлын үр дүнгийн тайлан. Нэгдүгээр дэвтэр (Бичвэр хэсэг), 242 тал. Хоёрдугаар дэвтэр (Хавсралтууд), 169 тал. “Нэмэр интернэшнл” ХХК. Улаанбаатар. 2020.
- [4]. П.Хөхөө, Н.Лхагва. Шаргалжуутын халуун рашааны ордын геологийн тогтцын онцлог, рашаан булгуудийн тархац ба халуун усны нөөц. ШУТИС. ГУУС. “Геологи” сэтгүүл, №37. Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд. Дугаар 30. Тал 139-147. Улаанбаатар. 2022.
- [5]. П.Хөхөө, А.Батбилэг, Б.Сүрэнжаргал. Шаргалжуутын халуун рашааны ордын геологи-структурын судалгаанд гидрогеофизикийн аргуудыг хэрэглэсэн ажлын үр дүн. ШУТИС. ГУУС. “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” сэтгүүл. Дугаар 29. Тал 87-113. Улаанбаатар. 2021.
- [6]. М.А.Антипов, И.В.Заикина, Н.А.Безденежных. Оценка качества подземных вод и методы их анализа. М. 2020. 136с.
- [7]. А.И.Швец. Физика Земли. Санкт-Петербург. 2015. 209с.
- [8]. Д.А.Лаломов. Геотермия. Лекции. Санкт-Петербург. 2013. 52 слайд.
- [9]. Э.И.Богуславский. Освоение тепловой энергии недр. Санкт-Петербург. Научно-технические технологии. 2020. 436с.
- [10]. В.С.Захаров. Физика Земли. М., 171с.
- [11]. А.И.Леонтьев. Теория теплообмена. М. 2018. 462с.
- [12]. Т.А.Панкова. Теплообмен. Саратов. 2017. 45с.
- [13]. А.В.Лузина, А.В.Рудин. Измерение теплопроводности металлических образцов методом стационарного потока тепла. Вестник Пензенского государственного университета № 3 (15), 2016. с.76-82.
- [14]. В.И.Кузьмин. Физика Земли. Часть 1. Строение Земли по геофизическим данным. 2014. 204с.
- [15]. В.В.Бухмиров. Теплообмен. Иваново, 2014. 360с.
- [16]. В.Н.Котовский. Теплопередача. М. 2015. 74с.
- [17]. В.П.Белоглазов. Теоретические основы теплотехники. Теплопередача. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2016. 118с.
- [18]. В.А.Пашинский, Е.В.Кресома. Теплопередача. Минск. 2016. 163с.
- [19]. R.O.Fournier. Chemical geothermometers and mixing models for geothermal systems. Geothermics, 1977. V.5, p.41-50.
- [20]. S.Arnórsson. Mixing processes in upflow zones and mixing models. Isotopic and chemical techniques in geothermal exploration, development and use. Sampling

- methods, data handling, and interpretation. International Atomic Energy Agency, Vienna. 2000. 362p.
- [21]. R.O.Fournier. A revised equation for the Na/K geothermometer, Geotherm. Resource Council Trans. 1979. V.3. p.221–224.
- [22]. D.Nieva, R.Nieva. Developments in geothermal energy in Mexico, part 12. A cationic geothermometer for prospecting of geothermal resources. Heat Recovery Systems and CHP. 1987. V.7. Iss.3. p.243–258.
- [23]. Yuzhong Liao, Yanguang Liu, Guiling Wang, Tingxin Li et al. Genesis Mechanisms of Geothermal Resources in Mangkang Geothermal Field, Tibet, China: Evidence from Hydrochemical Characteristics of Geothermal Water. Water, 2022, 14, 4041. p.1–22.
- [24]. В.А.Голубев. Кондуктивный и конвективный вынос тепла в Байкальской рифтовой зоне. Новосибирск. ГЕО., 2007. 223с.
- [25]. С.В.Лысак, Р.П.Дорофеева. Термальное состояние литосферы в Монголии. Геология и геофизика. 2003. Т.44., №9. с.929–941.
- [26]. T.F.Wan. The tectonics of China. Beijing: Higher Education Press. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. 506p.
- [27]. Д.Сурмаажав. Термальные воды в гидрогеологических структурах хангайского сводового поднятия Центральной монголии. Диссертация на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. Иркутск, 2021. 166с.
- [28]. А.И.Оргильянов. Минеральные воды Хэнтэй-Даурского свода. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Иркутск, 2021. 152с.
- [29]. Е.В.Зиппа. Геохимия термальных вод провинции Цзянси (Китай). Диссертация. Томск. 2020. 126с.
- [30]. Сайт: <https://portal.tpu.ru/>
- [31]. Сайт: <http://ru.solverbook.com>
- [32]. Сайт: <http://al-vo.ru/>

ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ ЧАНАР, НАЙРЛАГА, УРАНЫ ЭРҮҮЛ МЭНДЭД ҮЗҮҮЛЖ БОЛЗОШГУЙ ЭРСДЭЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ

Ц.Эрдэнэцэцэг*, Ж.Өнөрням, Б.Рэнчинбуд, Б.Саранчимэг, Э.Ган-Эрдэнэ,
С.Чинзориг

*ШУА, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Усны нөөц, ус ашиглалтын салбар
*ORCID ID: 0000-0002-0983-3434, *Email: erdenetsetsetgs@mas.ac.mn

ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгаанд Налайх дүүргийн 8 хорооны гүний худаг 113, дээд эх үүсвэрийн гүний худаг 14, ард иргэд аж ахуй нэгжүүдийг усаар хангах зориулалттай ус түгээх байр 23, усан станц-1, артезийн худаг-2, төвлөрсөн шугам сүлжээнд холбогдсон уст цэг 14 нийт 167 уст цэг судалгаанд хамрагдсан. Бидний судалгааны ажлын зорилго нь ундны усны физик-хими, химийн найрлага болон бичил элементийн нарийвчилсан судалгааг хийж, үр дүнг Монгол улсад мөрдөгдөж байгаа ундны усны стандарт MNS 0900:2018 болон Дэлхийн Эрүүл Мэндийн Байгууллагын гаргасан улс орнуудын мөрддөг ундны усны стандарт шаардлагатай харьцуулан ураны эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээ хийхэд оршино. Судалгааны үр дүнгээс харахад нийт уст цэгүүд нь эрдэсжилтийн хувьд нэн цэнгэгээс-давсархаг ангилалд хамаарч байгаа бол хатуулгийн хувьд судалгаанд хамрагдсан нийт уст цэгийн 59.9% нь маш зөөлөн, 24% нь зөөлөн, 14.9% нь зөөлөвтөр, 0.6% нь хатуувтар, 0.6% нь маш хатуу устай байна. Налайх дүүргийн ундны ус нь ерөнхий химийн үзүүлэлтээрээ 98.8% MNS 0900:2018 болон ДЭМБ ийн стандартын шаардлага хангаж байгаа бол үлдсэн 1.19% нь стандартын шаардлага хангахгүй байна. Харин бичил элементийн шинжилгээгээр судалгаанд хамрагдсан уст цэгүүдээс 28 уст цэгт уран (U 30.9-642 мкг/л) агууламжтай илэрсэн нь Ундны усны MNS 0900:2018 болон ДЭМБ стандартад ураныг (U 30 мкг/л) гэж заасан хэмжээнээс 1.01-21.4 дахин их, хүнцэл дээр хоёр стандартад 10 мкг/л гэж заасан хэмжээнээс 6 худгийн усанд хүнцэл (As 10.3-49.5 мкг/л) агууламжтай илэрсэн нь 1.03-4.95 дахин их, Молибден (Mo 77.5 мкг/л) агууламжтай байгаа нь 1 худгийн усанд 7.5 мкг/л ээр их тус тус илэрсэн байна. Шинжилгээний үр дүнгээр ураны хорт хавдар үүсгэгч эрсдэлийн үнэлгээг (CR) тооцоолоход насанд хүрэгчдийн хувьд 5.52×10^{-8} - 1.54×10^{-3} , хүүхдийн хувьд 6.44×10^{-9} - 1.79×10^{-4} хооронд байна. Энэ нь хүүхдүүдийн хувьд хавдрын эрсдэл үүсэх магадлал хамгийн ихдээ арван мянган хүүхэд тутамд 1-2 хүүхэд, насанд хүрэгчдийн хувьд мянган насанд хүрсэн хүн тутамд 1-2 хүн өртөх магадлалтай байна. Мөн түүнчлэн хорт хавдар үүсгэхгүй эрсдэлийн үнэлгээгээр хор аюулын коэффициент (HQ 1.01- 8.11) хооронд тодорхойлогдсон нь нийт ус цэгийн 6% нь хор аюулын коэффициент HQ>1 их байгаа учир ураны хордлогод өртөх эрүүл мэндэд нөлөөлөх эрсдэлийн магадлалтай байна.

Түлхүүр үг: химийн бүрэлдэхүүн, эрдэсжилт, эрүүл мэндийн эрсдэл, уран, ерөнхий хатуулаг

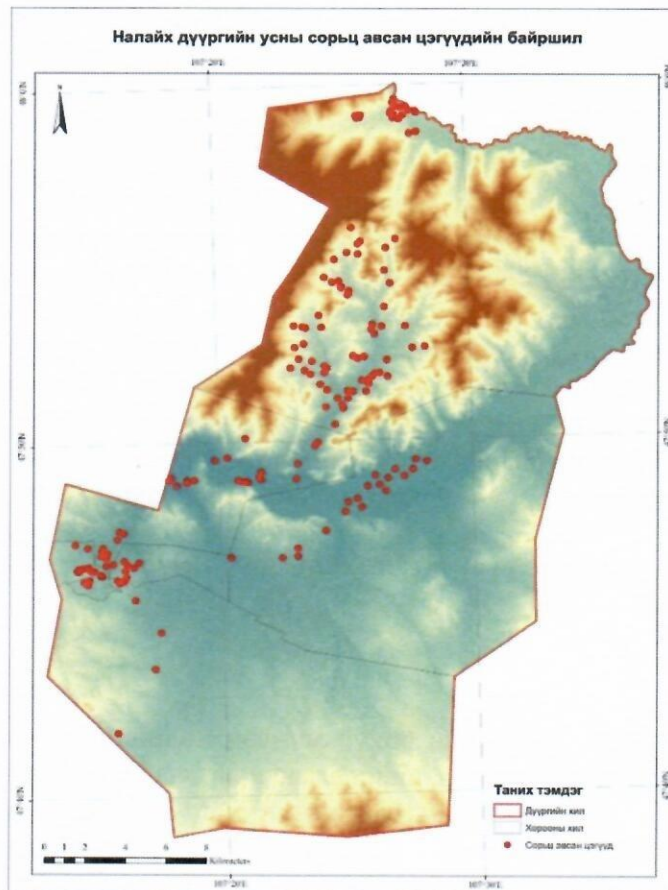
ОРШИЛ

Улс орны хөгжил дэвшил, хүн амын эрүүл мэндэд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн нэг нь цэвэр, цэнгэг ус бөгөөд түүний чанар, найрлагаас шалтгаалж хүн ардын эрүүл энх байх, бүс нутгийн хөгжил, нийгэм эдийн засгийн чухал асуудлыг шийдвэрлэх үндсэн нөхцөлийг бүрдүүлдэг [1]. Бид энэхүү судалгааны ажлаар Налайх дүүргийн унд ахуйд хэрэглэж байгаа уст цэгийн усны чанар найрлага, бичил элементийн иж бүрэн судалгааг хийж, үр дүнг боловсруулж Монгол улсад мөрдөгдөж байгаа ундны усны стандарт MNS 0900:2018 болон Дэлхийн Эрүүл Мэндийн гаргасан олон улс орнуудын мөрддөг ундны

усны стандарттай харьцуулан ураны эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээг хийхээр зорилго тавин ажилласан. Уран нь байгаль дээр ^{238}U (99.276%), ^{235}U (0.718%), ^{234}U (0.004%) гэсэн гурван төрлийн изотоптой цацраг идэвхт элемент юм [2]. ^{238}U бол хагас задралын хугацаа 4.5×10^9 жилийн хамгийн элбэг тохиолддог изотоп юм [2]. Байгальд орших ураны хэмжээ нь бүс нутгийн геологийн тогтоц, газарзүйн байршил, уул уурхайн олборлолтын үйл ажиллагаа, геохимийн процессууд, геоморфологиос хамаарч гүний усанд агуулагдах агууламжийг нэмэгдүүлдэг [3]. Уран хүний биед ундны усаар дамжин орж, дотор эрхтэн бөөрийг гэмтээж, ясны эдэд хуримтлагддаг [4]. Дэлхийн Эрүүл Мэндийн Байгууллага (ДЭМБ) болон Монгол орны ундны усны MNS0900:2018 стандартад ураны аюулгүй агууламжийг 30 мкг/л гэж заасан байдаг [5,6]. Ундны усан дахь ураны агууламж зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс давах нь хүний эрүүл мэндэд тодорхой хэмжээний хор нөлөө үзүүлдэг байна [7]. Бид ураны эрүүл мэндэд үзүүлэх эрсдэлийг хорт хавдрын бус болон хорт хавдрын гэсэн хоёр төрлөөр насны бүлгүүдийн эрсдэлийн түвшний хувьд хүүхэд, насанд хүрэгчдийн гэж тооцоолсон [8]. Унд ахуйд хэрэглэдэг усны чанар, найрлага өөрчлөлтөд орж бохирдоход эргээд бидний амьдрал болон эдийн засагт сөргөөр нөлөөлөх эрсдэлтэй.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Судалгаа явуулсан талбай: Налайх дүүргийн 8 хорооны ард иргэд аж ахуй нэгжүүдийг усаар хангах зориулалттай ус түгээх байр 23, усан станц-1, артезийн худаг-2, төвлөрсөн шугам сүлжээнд холбогдсон уст цэг 14, дээд эх үүсвэрийн гүний худаг 14, гүний 113 худгаас 91 нь гүний худаг нь 6-р хороонд байрладаг бөгөөд нийт 167 уст цэг судалгаанд хамрагдсан (Зураг-1).



Зураг 1. Налайх дүүргийн ундны усны сорьц авсан худаг, уст цэгүүд

Налайх дүүрэг нь Улаанбаатар хотоос 36 км-т, Нийслэлийн Баянзүрх дүүрэг, Төв аймгийн Сэргэлэн, Эрдэнэ сумтай хиллэн, 68.7 мянган га нутаг дэвсгэрийг эзлэн оршдог. Засаг захиргааны 8 хороотой, 10248 өрхийн 37659 хүн амтай байна.

Хээрийн судалгааны арга зүй: Ундны усны хэрэгцээнд ашиглагдаж буй худгуудаас усны сорьц цуглуулахдаа 15 орчим минут шавхалт хийсний дараа зориулалтын саванд авсан. Газар дээр нь температур (Т°С), усны орчин (рН), цахилгаан дамжуулах чадвар (ЦДЧ), нийт ууссан давс (TDS), исэлдэн ангижрах потенциал (ORP) зэрэг үзүүлэлтүүдийг Nash мультиметр (HANNA HI 98195), булингарыг (HANNA HI93703) зөөврийн багаж ашиглан хэмжиж тодорхойлсон.

Суурин лабораторийн шинжилгээ хийх арга зүй: Сорьцыг лабораторид орчин үеийн арга аргачлалаар, өмнө батлагдсан арга, стандартын дагуу ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Усны лабораторид ерөнхий химийн шинжилгээг хийсэн [9]. Титрлэлтийн аргаар үндсэн ионууд (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-}), ерөнхий хатуулаг, исэлдэх чанар (ПИЧ), NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , Fe^{3+} , SO_4^{2-} ионуудыг зөөрийн спектрофотометр (DR1900), бичил элемент болон Na^+ , K^+ ионыг Эс Жи Эс Имме (“SGS IMME”) олон улсын магадлан итгэмжлэгдсэн лабораторид индукцийн холбоост плазмын масс спектрометрийн (ICP-MS) багажаар тус тус шинжилсэн.

Уранаас үүдэлтэй эрсдэлийн үнэлгээ хийх аргазүй: Бохирдсон усны хордлого нь амаар залгих, арьсанд хүрэх гэсэн хоёр замаар дамждаг. Хорт хавдрын бус эрсдэлийн үнэлгээг хийхдээ хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг судлахад хамгийн өргөн хэрэглэгддэг Америкийн нэгдсэн улсын (АНУ), Байгаль орчныг хамгаалах агентлаг (USEPA) аргачлалыг ашиглан тооцоолсон [10]. Хавдрын бус өвчлөл үүсгэх эрсдэлийг архаг хэрэглээний тун (CDI) болон хор аюулын зэрэг HQ дээр үндэслэн (1) ба (2) тэгшитгэлээр тооцоолсон.

$$CDI = \frac{(CW \times IR \times ED \times EF)}{BW \times AT} \quad (1)$$

$$HQ = \frac{CDI}{RfD} \quad (2)$$

Ураны агууламж ихтэй ус уусанаас үүдэх хорт хавдрын эрсдэл (CR) үнэлэхэд АНУ-ын Байгаль орчныг хамгаалах агентлаг (USEPA)-аас баталсан "тэгшитгэл (1) болон (3)"-ийг ашиглан тооцоолсон [11,12].

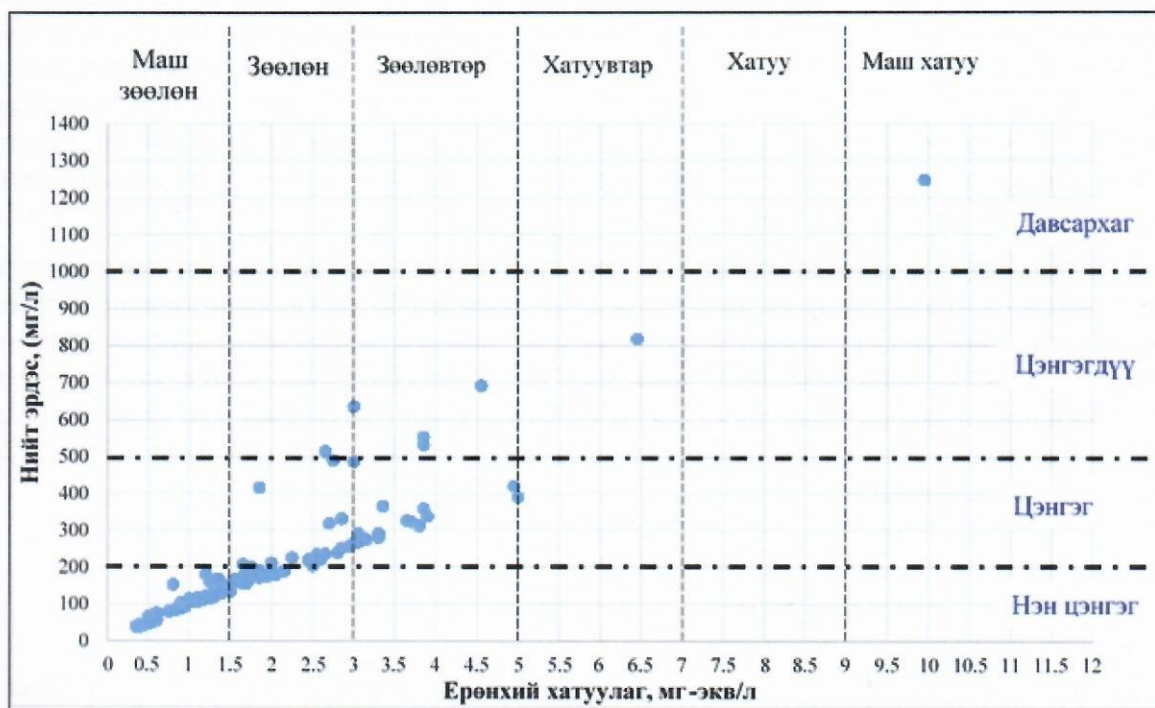
$$CR = CDI \times CSF \quad (3)$$

CDI-хоногийн архаг тун, (мг/кг×өдөр), CW-усан дахь бохирдуулагч бодисын концентраци (мг/л), IR-уух усны хэмжээ, (л/өдөр), EF-өртөх давтамж (365 хоног), ED-дундаж насжилт, (жил), BW-биеийн дундаж жин (кг), AT-дундаж хугацаа (хоног), хорт хавдар үүсгэхгүй эрсдэлийн шинж чанарыг тодорхойлох жишиг тун (RfD) хоруу чанарын коэффициент, мг/кг-өдөрөөр, хорт хавдар үүсгэгчийн эрсдэлийн шинж чанарыг хоруу чанарын муруйн өнцгийн коэффициент (CSF) ашиглан тодорхойлов [13,14].

Судалгааны үр дүнг боловсруулах статистик болон үнэлгээний аргууд: Судалгааны үр дүнг SPSS21, Aquachem 2014 програмуудыг ашиглан усны чанар, найрлага, агууламжийг илэрхийлсэн. Ундны зориулалтаар ашиглаж буй худгийн усны химийн үзүүлэлтийг “Хүрээлэн буй орчин, эрүүл мэндийг хамгаалах аюулгүй байдал. Ундны ус эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ “MNS 0900:2018” стандарт болон ДЭМБ (2011) зөвлөмж стандарттай тус тус харьцуулж үнэлэлт, дүгнэлт өгсөн [5,6].

ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

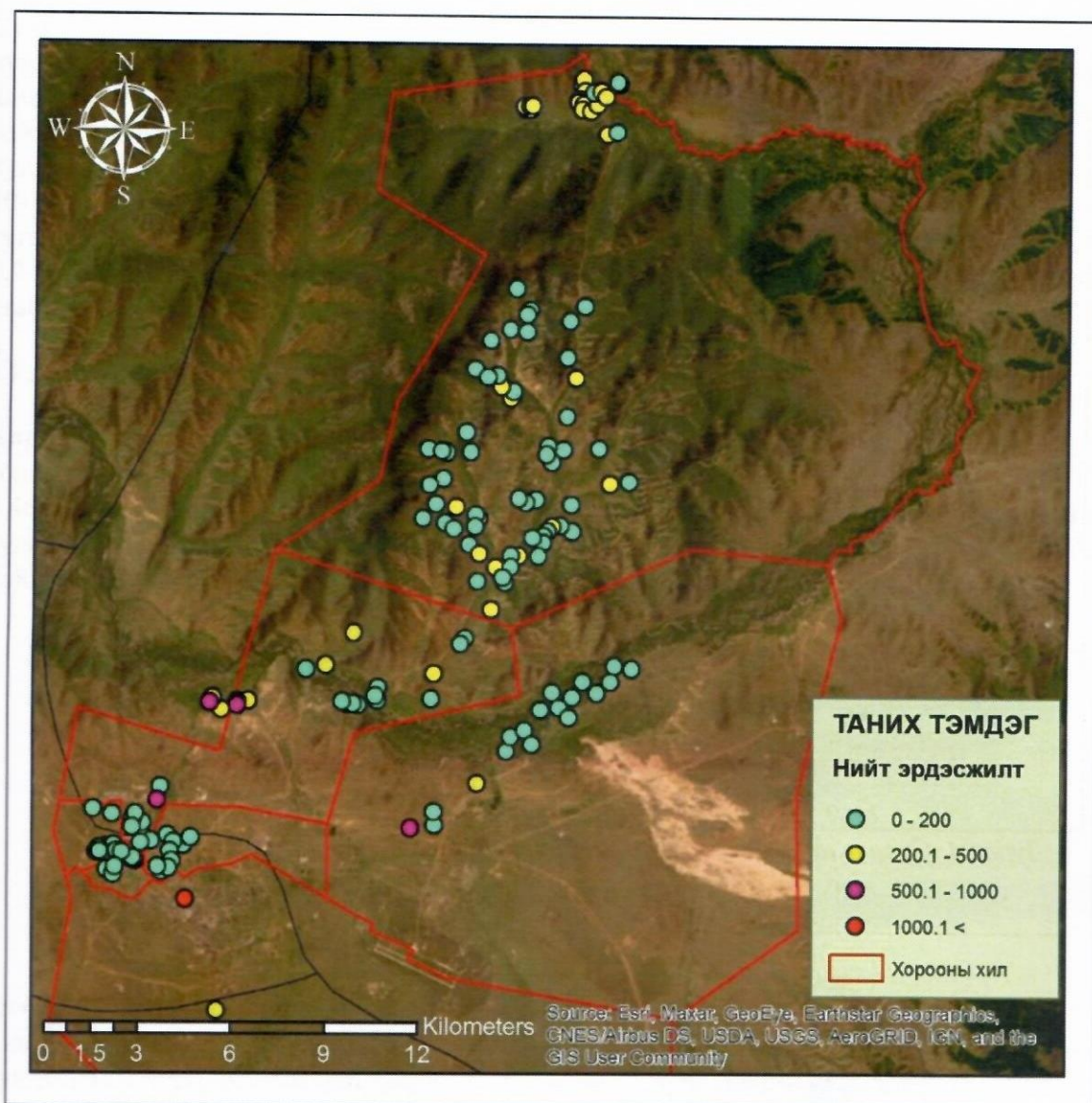
Химийн бүрэлдэхүүн хэсэг: Судалгаанд хамрагдсан нийт 167 уст цэгүүд нь химийн бүрэлдэхүүний хувьд 89.8% нь гидрокарбонатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 7.78% нь гидрокарбонатын ангийн, натрийн бүлгийн 1.79% нь гидрокарбонатын ангийн, холимог бүлгийн, 0.6% сульфатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 72.4% нь нэн цэнгэг, 23.3% цэнгэг, 3.59% нь цэнгэгдүү, 0.6% нь давсархаг ангилалд багтаж байна. Ундны усны чанарын бас нэг чухал шалгуур нь усны хатуулаг юм. Энэ нь усан дахь кальци, магнийн нийлбэрээр юм. Монгол улсын ундны усны стандартад хатуулгийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээг 7.0 мг-экв/л-ээс хэтрэхгүй байхаар заасан байдаг. Стандарт норм хэмжээнээс хэтэрсэн хатуулагтай усыг байнга хэрэглэхэд ходоодны шүүс ялгаралтыг ихэсгэх, элэг цэсний чулуужих өвчний үүсэл бий болох магадлалтай юм (Зураг-2).



Зураг 2. Налайх дүүргийн ундны усны эрдэс (мг/л), ерөнхий хатуулаг (мг-экв/л)

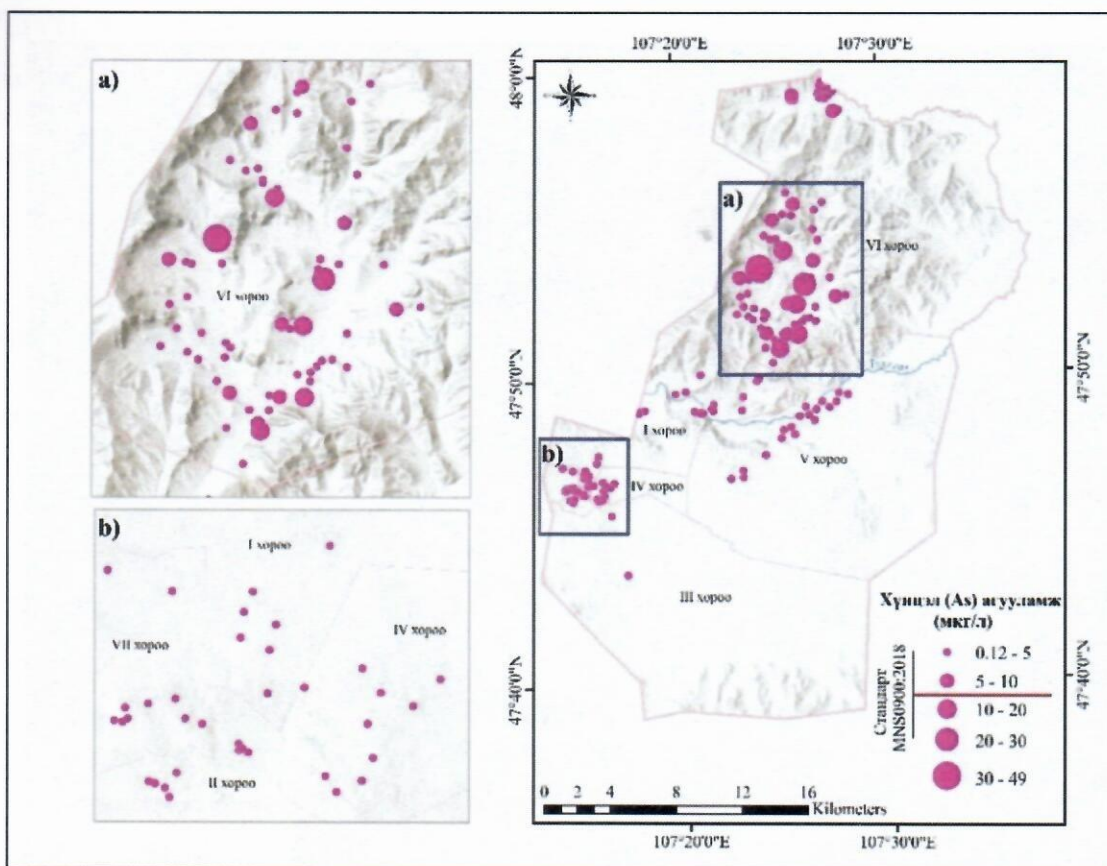
Хатуулгийн хувьд судалгаанд хамрагдсан нийт уст цэгийн 59.9% нь маш зөөлөн, 24% нь зөөлөн, 14.9% нь зөөлөвтөр, 0.6% нь хатуувтар, 0.6% нь маш хатуу устай байна. Ерөнхий хатуулгийн хэмжээгээрээ ундны усны MNS0900:2018 стандартын шаардлага хангахгүй 1 уст цэг байна.

Эрдсийн хувьд нэн цэнгэгээс давсархаг (эрдэжилт 39-1247.2 мг/л) ангилалд багтаж байна. Эрдэжилтийн ангиллын зураглалыг Зураг 3-т үзүүлэв. Судалгааны дүнгээс харахад ихэнх худгийн ерөнхий химийн үндсэн үзүүлэлт болон усны эрдэжилт, хатуулгийн хэмжээ нь 98.1-99.4% нь стандартын шаардлага хангаж байна. Гэсэн хэдий ч эрдэжилт, хатуулгийн хэмжээ маш бага цэнгэг, зөөлөн боловч зарим бичил элементийн агууламж стандартад төдийлөн нийцэхгүй байна.

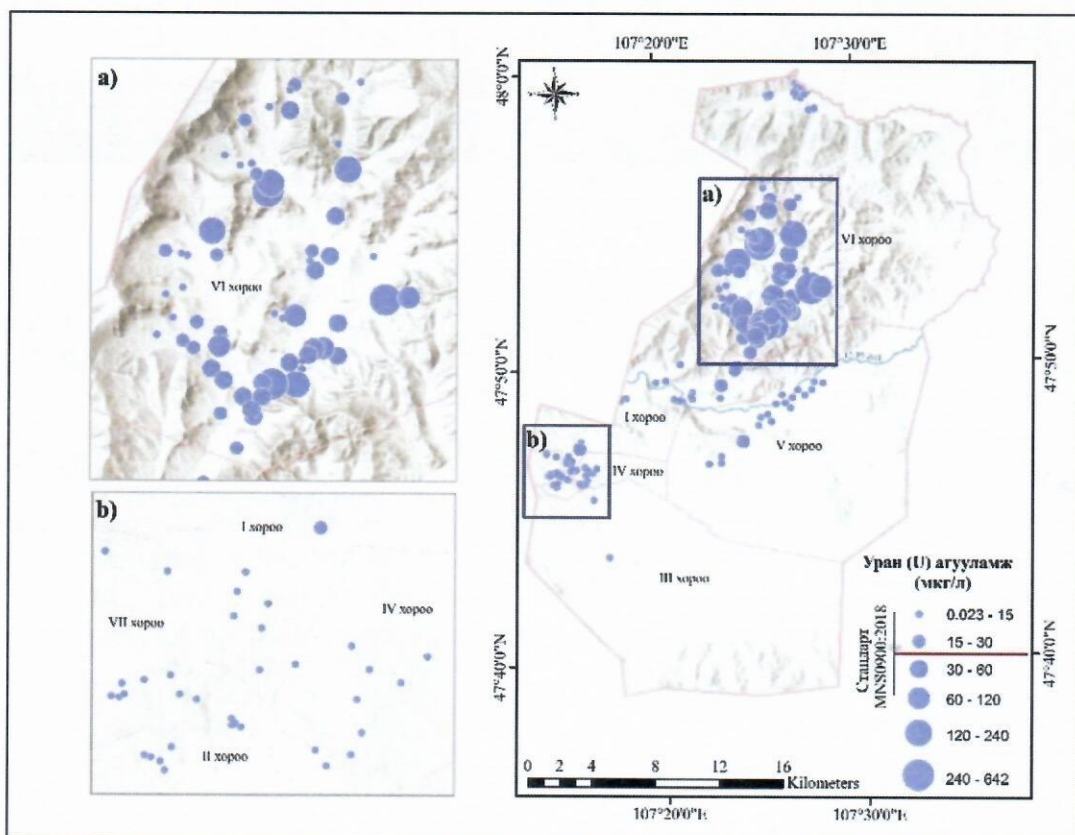


Зураг 3. Налайх дүүргийн ундны усны эрдэсжилтийн агууламж (мг/л),

Бичил элементийн шинжилгээний үр дүн: Налайх дүүргийн 8 хорооны 167 уст цэгийн усны 53 бичил элементийн тодорхойлсон дүнгээс харахад 31 элемент мэдрэх хязгаараас доогуур буюу илрээгүй байна. Харин хүнцэл (As 0.12-49.5 мкг/л), манган (Mn 5-1599 мкг/л), молибден (0.2-77.5 мкг/л), стронци (Sr 37-3940 мкг/л), уран (U 0.023-642 мкг/л) агууламжтай илэрсэн байна. Нийт ус цэгийн буюу As 3.59%, U 16.76%, Mn 4.79%, Mo 1.09%, Sr 1.79% нь ДЭМБ 2011 болон “MNS 0900:2018” стандартад зааснаас хэмжээнээс тус тус их байна (Зураг 4,5).



Зураг 4. Судалгаанд хамрагдсан уст цэгүүдийн хүнийлийн агууламж (мкг/л)



Зураг 5. Судалгаанд хамрагдсан уст цэгүүдийн ураны агууламж (мкг/л)

Судалгаанд хамрагдсан уст цэгүүдээс ихэвчлэн 6-р хорооны газрын доорх ус буюу гүний худгийн усанд уран болон хүнцлийн агууламж өндөр илрэлтэй байна. Судалгаанд хамрагдсан бүс нутаг нь Хэнтий-Дагуурын уран агуулсан бүс нутагт харьяалагддаг байна [7]. Бусад элементүүдийн хувьд фосфор нэг худгийн усанд 482 мкг/л бусад 166 худгийн усанд <50 мкг/л агууламжтай байна. Хөнгөнцагаан (Al 10-58 мкг/л), бари (Ba 10-34 мкг/л), цези (Cs 0.001-2.99 мкг/л), зэс (Cu 5-14 мкг/л), никель (Ni 0.3-8.1 мкг/л), хар тугалга (Pb 0.1-1.5 мкг/л), вольфрам (W 0.05-56.6 мкг/л), цайр (Zn 5-478 мкг/л), селен (Se 0.2-6.7 мкг/л) агууламжтай илэрсэн хэдий ч “ДЭМБ 2011” болон “MNS 0900:2018” стандартад заасан хэмжээнээс хэтрээгүй байна.

УРАНЫ ЭРҮҮЛ МЭНДЭД ҮЗҮҮЛЭХ ЭРСДЭЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ

Хорт хавдар үүсгэдэггүй эрсдэлийн үнэлгээ: Хор аюулын зэрэг, коэффициентыг (HQ) тодорхойлоход насанд хүрэгчдийн хувьд 0.000291-8.11, хүүхдүүдийн хувьд 0.000339-9.46 байна. HQ нь 1-ээс бага байхыг хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөгүй гэж үздэг. Нийт судалгаанд хамрагдсан уст цэгийн 94.0% хор аюулын зэрэг, коэффициентыг (HQ<1) бага байгаа учир хорт хавдар үүсгэхгүй эрсдэл учруулах магадлал байхгүй байна (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 1. Хор аюулын зэрэг, коэффициентын утга

Ангилал	HQ>1	
	Хамгийн бага утга	Хамгийн их утга
Хүүхэд	0.000339	9.46
Насанд хүрэгчид	0.000291	8.11

Дээрх хүснэгтээс харахад хор аюулын коэффициент 1-ээс их HQ нь 1.01- 8.11 тодорхойлогдсон худгийн усыг ууж хэрэглэж буй насанд хүрэгчид болон хүүхэд химийн буюу ураны хордлогод өртөх эрүүл мэндэд нөлөөлөх эрсдэлтэй байна. Гэхдээ өдөрт уух усны хэмжээ ихсэх тусам хордлогод өртөх байдал нэмэгдэнэ.

Хорт хавдар үүсгэх эрсдэлийн үнэлгээ: Америкийн нэгдсэн улсын USEPA нь 1×10^{-4} -аас 1×10^{-6} хүртэлх хорт хавдар үүсгэх эрсдэлийг дунд зэрэг, 1×10^{-4} -ээс дээш эрсдэлийг хүлээн зөвшөөрөх боломжгүй гэж үздэг байна [20].

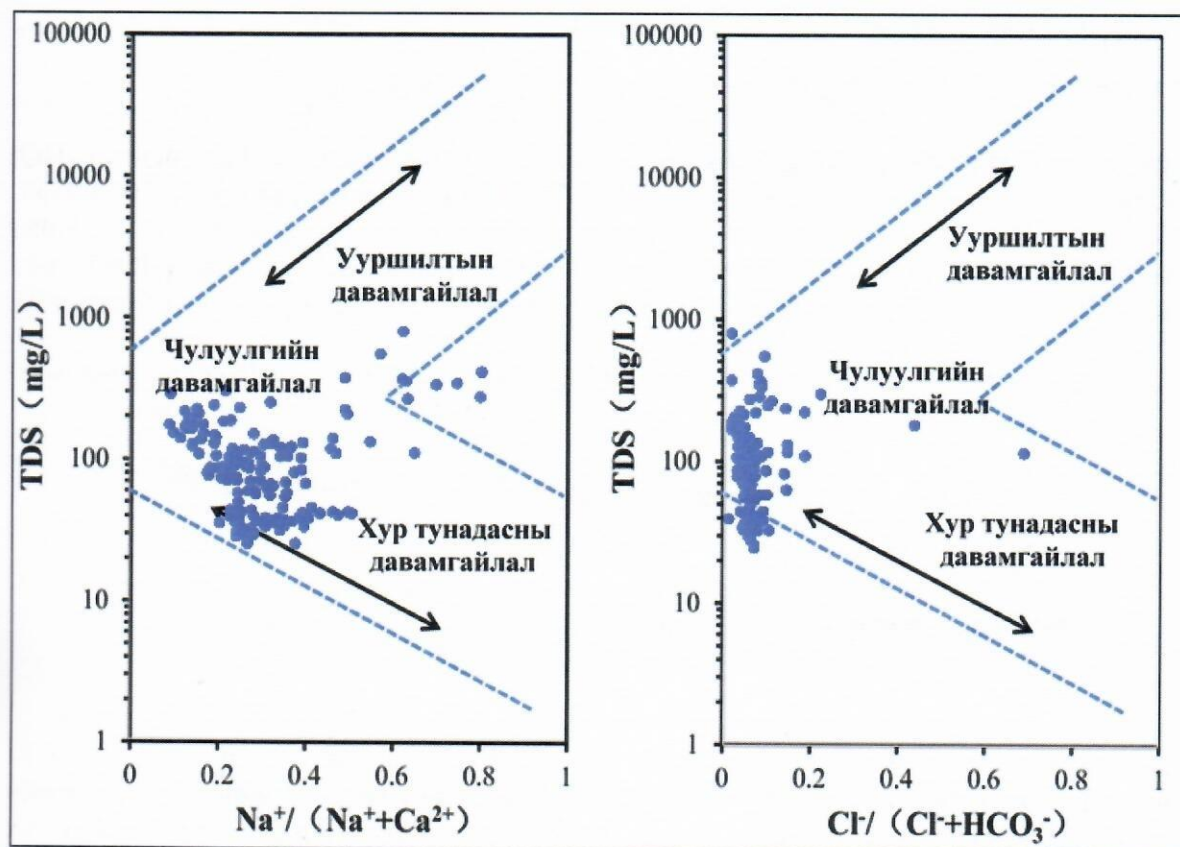
Хүснэгт 2. Хорт хавдар үүсгэх эрсдэлийн үнэлгээ
CR=1x10⁻⁵

Ангилал	Хамгийн бага утга	Хамгийн их утга
Хүүхэд	6.44×10^{-9}	1.79×10^{-4}
Насанд хүрэгчид	5.52×10^{-8}	1.54×10^{-3}

Ураны агууламжаар хорт хавдар үүсгэгч эрсдэлийн үнэлгээг (CR) тооцоолоход насанд хүрэгчдийн хувьд 5.52×10^{-8} - 1.54×10^{-3} , хүүхдийн хувьд 6.44×10^{-9} - 1.79×10^{-4} хооронд байна (Хүснэгт 3). Энэ нь хүүхдүүдийн хувьд хавдрын эрсдэл үүсэх магадлал арван

мянган хүүхэд тутамд 1-2 хүүхэд, насанд хүрэгчдийн хувьд мянган насанд хүрсэн хүн тутамд 1-2 хүн өртөх магадлалтай байна.

Ус, чулуулгийн харилцан үйлчлэл: Хур тунадас, ууршилт, чулуулгийн өгөршил зэрэг нь судалгааны талбайн усны химийн шинж чанарыг илэрхийлэх байгалийн гурван үндсэн механизм юм[15]. Гиббсийн диаграммыг нийт ууссан давс (TDS) -ийн агууламжийн утгыг давамгайлсан катионуудын харьцаа $[Na^+/(Na^++Ca^{2+})]$ болон анионууд $[Cl^-(Cl^-+HCO_3^-)]$ -тай харьцуулж үр дүнг гаргадаг (Зураг 6).



Зураг 6. Налайх дүүргийн ундны усны уст цэгүүдийн усны Гиббс диаграмм

Дээрх диаграммаас харахад судалгаанд хамрагдсан уст цэгүүдийн ус нь чулуулаг болон хур тунадас давамгайлсан мужид оршиж байна. Иймээс судалгаанд хамрагдсан гүний худгуудын ус нь ус чулуулгийн харилцан үйлчлэлд орж усны бүтэц, химийн найрлага тухайн орчны геологийн тогтоц болон чулуулгаас хамаарч байгааг харуулж байна.

ДҮГНЭЛТ

Судалгаанд хамрагдсан нийт 167 уст цэгүүд нь химийн бүрэлдэхүүний хувьд 89.8% нь гидрокарбонатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 7.78% нь гидрокарбонатын ангийн, натрийн бүлгийн 1.79% нь гидрокарбонатын ангийн, холимог бүлгийн, 0.6% сульфатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 72.4% нь нэн цэнгэг, 23.3% цэнгэг, 3.59% нь цэнгэгдүү, 0.6% нь давсархаг ангилалд багтаж байна. Хатуулгийн хувьд судалгаанд хамрагдсан нийт уст цэгийн 59.9% нь маш зөөлөн, 24% нь зөөлөн, 14.9% нь зөөлөвтөр, 0.6% нь хатуувтар, 0.6% нь маш хатуу устай байна. Ерөнхий хатуулгийн хэмжээгээрээ ундны усны MNS0900:2018 стандартын шаардлага хангахгүй 1 уст цэг байна. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд нийт уст цэгийн 16.76% ураны агууламж нь Монгол улсын ундны “MNS 0900:2018” болон ДЭМБ хэмжээнээс хэтэрсэн байна. Бидний судалгаагаар хамгийн их нь уран 642 мкг/л илэрсэн бөгөөд нь энэ худаг нь Налайх дүүргийн Горхи тэрэлжийн

залуу боржин чулуулагтай газар, чулуун хадны хажууд гаргасан худаг байсан. Судалгааны бүсийн уран өндөр илрэлтэй гүний усанд TDS бага агууламжтай байсан. Хэрэв TDS өндөр бол ураны уусах чадвар нэмэгддэг байна. Нийт ус цэгийн 6% нь $HQ > 1$ байсан нь газрын доорх усанд уран стандартаас их агуулагдаж байгаа тул химийн хоруу чанар үзүүлэх нөлөөтэй учир уухад тохиромжгүй байгааг харуулж байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Байгаль орчин, ногоон хөгжлийн яам, (2012). “Улсын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө боловсруулахад зориулсан судалгааны эмхэтгэл”, Хоёрдугаар дэвтэр, Улаанбаатар.
- [2]. Ya Wu, Yanxin Wang, Xianjun Xie. (1995). Occurrence, behavior and distribution of high levels of uranium in shallow groundwater at Datong basin, northern China, *Science of The Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.109>
- [3]. Camilo L.M. Morais, Kássio M.G. Lima, Francis L. Martin. (2019) Uncertainty estimation and misclassification probability for classification models based on discriminant analysis and support vector machines, Elsevier, *Analytica Chimica Acta*. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2018.09.022>
- [4]. Gavin R. Lloyd, Sajjad Ahmad, Mohammad Wasim, Richard G. Brereton, (2009). Pattern recognition of Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy of human scalp hair for discriminating between healthy and Hepatitis C patients, Elsevier, *Analytica Chimica Acta*. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.07.005>
- [5]. Монгол Улсын стандарт, (2018). “Хүрээлэн буй орчин. Эрүүл мэндийг хамгаалах аюулгүй байдал. Эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ “MNS 0900:2018.
- [6]. WHO, Guidelines for drinking-water quality. (Vol. 216, pp. 303–304) (2011).
- [7]. Н. Тэгшбаяр, (2020). "Монгол орны ундны усан дахь ураны судалгаа," Докторын зэрэг горилсон бүтээл, ШУС, МУИС, Улаанбаатар, Монгол улс.
- [8]. USEPA (US Environmental Protection Agency), (1999). A risk assessment–multiway exposure spreadsheet calculation tool. United states Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- [9]. Ч. Жавзан, (2011). “Орхон голын сав газрын Гидрохими”. Улаанбаатар.
- [10]. E.D. Anyanwu, O.G. Onyele, Human health risk assessment of some heavy metals in a rural spring, (2018). South East Nigeria, *Afr. J. Environ. Nat. Sci. Res.* 1 (1) 15–23. ISSN: 2309-3854 online
- [11]. United states Environmental Protection Agency, (2005). “Risk Assessment Guidance For Superfund, Vol 1, Human Health Evaluation Manual (Part A).” Report EPA/540/1-89/002, Washington, DC.
- [12]. USEPA (United States Environmental protection Agency), (2018). “2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories” EPA 822-F-18-0018, Office of Water U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC.
- [13]. M.S. Sultana, S. Rana, S. Yamazaki, T. Aono, S. Yoshida, (2017). Health risk assessment for carcinogenic and non-carcinogenic heavy metal exposures from vegetables and fruits of Bangladesh, *Cogent Environ. Sci.* 3, ID:1291107 <https://doi.org/10.1080/23311843.2017.1291107>

[14]. USEPA (US Environmental Protection Agency) (1999). A risk assessment–multiway exposure spreadsheet calculation tool. United states Environmental Protection Agency, Washington, DC.

[15]. Gibbs R., "Mechanisms controlling world water chemistry," Science, 1970. Available: <https://doi.org/10.1126/science.170.3962.1088>

ХЭРЛЭН ГОЛЫН САВ ГАЗРЫН УСНЫ ГИДРОХИМИЙН СУДАЛГАА

Э.Учрал*, Б.Одсүрэн**, Т.Энхжаргал**, Ц.Эрдэнэцэцэг**, Л.Жамбажамц**,
З.Бямбасүрэн**

*МУИС, Шинжлэх ухааны сургууль
**ШУА-ийн Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн
*Имэйл: uchkaa_ae08@yahoo.com

ХУРААНГУЙ

Энэхүү өгүүлэлд Хэрлэн голын сав газрын гадаргын болон газрын доорх усны гидрохимийн шинж чанар, өөрчлөлтийг танилцуулав. 2023 оны 5-р сард гадаргын 20, газрын доорх усны 37 цэгээс нийт 57 сорьц цуглуулан, гол ион болон микро элементүүдийн шинжилгээ хийсэн. Судалгаагаар ионы харьцаа ихэвчлэн тогтвортой анионуудаас гидрокарбонатын ион дангаараа зонхилж $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cl}^-$, харин катионуудаас ихэнх тохиолдолд кальцийн ион зонхилж $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$ гэсэн найрлагатай, 1,2,3-р төрлийн устай байна. Эрдсийн хувьд цэнгэгээс-давсархаг 122-1716 мг/л, хатуулгийн хувьд зөөлнөөс маш хатуу 1.75-22.75 мг-экв/л устай байна. Газрын доорх усны нитратын (NO_3^-) агууламж нийт сорьцын 24.3% стандартаас давсан үзүүлэлттэй бусад бүх сорьцод илэрсэн үзүүлэлттэй байгаа нь хүний үйл ажиллагаанаас хамаарч бохирдолд өртөх магадлал өндөр байгааг илтгэж байна. Газрын доорх усны микро элементийн агууламжаар стронций (Sr)-13.5%, манган (Mn)-35.1%, ураны (U)-27% нь зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс өндөр илэрсэн. Гадаргын усанд хөнгөнцагааны агууламж 10-529 мг/л илэрч, ГУ-19, ГУ-20 уст цэгүүдэд 1-1.06 дахин их стандартаас давсан үзүүлэлттэй байна. Гибссийн диаграмм ашиглан ус чулуулгийн харилцан үйлчлэлийг тодорхойлоход ихэнх цэгүүд нь чулуулаг давамгайлсан бүсэд оршиж байгаа нь судалгааны талбайд ус чулуулгийн харилцан үйлчлэл давамгайлж буйг илтгэж байна.

Түлхүүр үг: Хэрлэн голын сав газар, Эрдэсжилт, ерөнхий хатуулаг, азрын доорх ус

ОРШИЛ

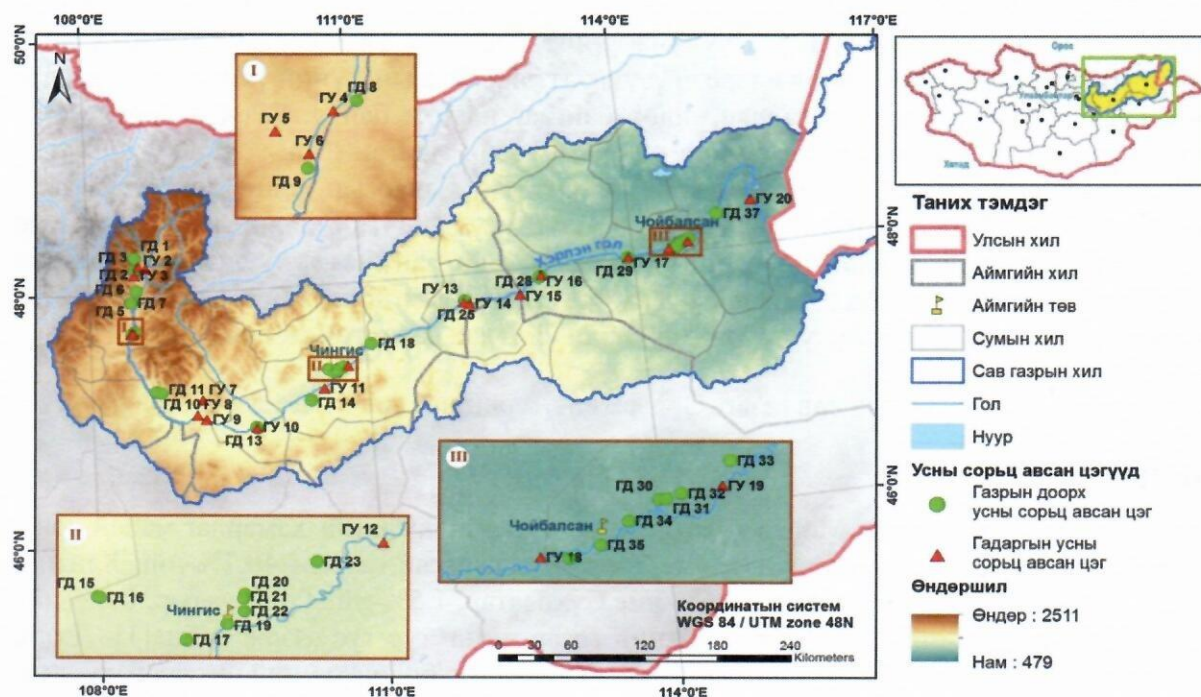
Хэрлэн голын сав газар нь Монгол улсын газар нутгийн 6.9%-ийг хамардаг манай орны усны томоохон сав газруудын нэг юм. Хэрлэн голын сав газрын 40.7%-ийг Хэнтий, 35.2%-ийг Дорнод, 11%-ийг Төв, 10.6%-ийг Сүхбаатар, 1.5%-ийг Говьсүмбэр, 0.6%-ийг Улаанбаатар, 0.5%-ийг Дорноговь аймгийн газар нутаг тус тус эзэлж байна[1]. Дээрх аймгуудын төвлөрсөн сум суурин газрууд нь Хэрлэн гол болон түүний цутгал голуудын хөндийд орших бөгөөд голуудын дагуух газрын доорх усны хязгаарлагдмал нөөцийг унд, ахуй, үйлдвэрлэлийн усан хангамжийн хэрэгцээнд ашиглаж байна. Хүн амын өсөлт, хот суурин газрын өргөжилт, үйлдвэр, хөдөө аж ахуй, уул уурхай хөгжихийн хирээр хүрээлэн буй орчинд сөргөөр нөлөөлөн, экологийн тэнцвэрт байдлыг алдагдахад хүргэдэг. Усны эх үүсвэр бохирдсоноор тухайн хүрээлэн буй орчны хүн, амьтан, ургамал, усны амьтдын амьдрах орчин доройтож, хүний эрүүл мэндэд шууд ба шууд бусаар нөлөөлдөг байна. Гол мөрний усны химийн бүрэлдэхүүн чанар тогтворгүй бөгөөд уур амьсгал, гаднын хүчин зүйлийн нөлөөгөөр байнга өөрчлөгдөж байдаг. Гадаргын ус нь гаднах орчинтойгоо шууд харьцдаг учраас амархан бохирддог онцлогтой[2]. Газрын доорх усны зарим эх үүсвэрүүд нь хүн ам, үйлдвэрийн төвлөрөлт, гэр хорооллын онцлог, технологийн хоцрогдол, газар тариалангийн үйл ажиллагаа зэргээс шалтгаалан бохирдох хандлагатай байгаагаас гадна усны чанар найрлага өөрчлөгдөн эрүүл ахуйн шаардлага хангахгүйд хүрч, мал аж ахуйн гаралтай бэлчээр халхлалт газрын доорх усны

чанар буурахад хувь нэмэр оруулж байна. Усны чанар муудаж, усны нөөцөд хомсдол үүсэх ялангуяа хуурай ба хагас хуурай газар нутагт хөгжиж буй орнуудад илүү эрчимжих нь эцэстээ нийгмийн тогтвортой байдал, тогтвортой хөгжилд сөргөөр нөлөөлөх үр дагавартай байдаг[3]. Хэрлэн голын сав газар нь тал хээрийн бүс нутгийг дамнасан цорын ганц гол бөгөөд томоохон хэмжээний олон төрлийн үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа хэд хэдэн аймгийн төвийн усыг хангаж бохирдолд өртөж байна[4]. Иймээс Хэрлэн голын сав газрын гадаргын болон газрын доорх усны чанар найрлага, микро элементийн иж бүрэн судалгааг хийж, үр дүнг боловсруулж өнөөгийн түвшнийг тодорхойлон энэхүү өгүүлэлдээ оруулсан.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Судалгааны талбай

Хэрлэн голын сав газрын усны чанар, бохирдлын түвшнийг тодорхойлохын тулд төвлөрсөн сум суурин газруудын ус хангамжийн худаг болон Хэрлэн голын татам дагуу байрлах гүний болон гар худаг, мөн цутгал голуудын ойролцоо орших сум суурин газруудын ус хангамжийн худаг зэрэг гүний худгийн 37 цэг, голын уртын дагуух гадаргын усны 20 цэг нийт 57 усны сорьц хамрагдсан (Зураг 1).



Зураг 1. Хэрлэн голын сав газрын сорьц авсан худаг, уст цэгүүд

Хээрийн судалгааны арга зүй

2023 оны 5 сард хээрийн судалгааны хүрээнд Төв аймгийн Мөнгөнморьт, Улаанбаатар хотын Багануур дүүрэг, Хэнтий аймгийн Хэрлэн, Цэнхэрмандал, Дэлгэрхаан, Баянмөнх, Баянхутаг, Баян-Овоо, Дорнод аймгийн Хөлөнбуйр, Булган, Хэрлэн, Баянтүмэн сумдын нутаг дэвсгэрт байрлах газрын доорх болон гадаргын усны сорьц цуглуулсан ба усны сорьцлолт, тээвэрлэлт ISO 5667-3:2018 стандартыг мөрдлөг болгон ажилласан. Хээрийн судалгааны ажлаар усны температур, булингаршил, усны цахилгаан дамжуулах чадвар (ЦДЧ), нийт ууссан эрдэс давс (TDS), усны орчныг Nach Multiparameter багажаар тодорхойлсон (Зураг 2). Гидрохимийн шинжилгээг Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэнгийн Усны шинжилгээний лабораторид хийж гүйцэтгэсэн.

Фотометр Hanna



HI98195 Мультиметр (HANNA)



Суурин рН метр, AI5512 Апера, Instruments EC850



Булингар хэмжигч



Зураг 2. Усны рН, температур, ЦДЧ, TDS, булингаршил тодорхойлогч багаж

Суурин лабораторид шинжилгээ хийх арга зүй

Ерөнхий химийн шинжилгээг Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэнгийн Усны шинжилгээний лабораторид ерөнхий хатуулаг, Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- зэрэг үндсэн ионууд мөн ПИЧ-ыг титрийн аргаар, спектрометр (T-60.UY-Yis Spectrophotometer) ашиглан NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Fe^{3+} , Fe^{2+} зэрэг ионуудыг тодорхойлсон.

Бичил элементийн шинжилгээг “SGS IMME”ХХК-ийн лабораторид индукцийн холбоост плазмын масс спектрометр (ICP-MS) багажаар тус тус хийж гүйцэтгэсэн.

Хүснэгт 1. Усны шинжилгээний стандарт аргууд.

№	Тодорхойлох үзүүлэлтүүд		Тодорхойлох стандарт арга
1	Температур	Т°С	MNS ISO 10523:2001
2	Усны орчин	рН	MNS ISO 10523:2001
3	ЦДЧ	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	MNS ISO 4810:99
4	Нийт ууссан эрдэс бодис	TDS ppm	
5	Аммони	NH_4^+	BC 02:2005
6	Нитрит	NO_2^-	MNS ISO .6777:2001
7	Нитрат	NO_3^-	MNS ISO7890-3:2001
8	Кальц	Ca^{2+}	MNS ISO 2572:1999
9	Магни	Mg^{2+}	MNS 4346:1991
10	Хлорид	Cl^-	MNS ISO 9297:2005
11	Сульфат	SO_4^{2-}	MNS ISO 9280:2001
12	Төмөр 2, 3 валенттай	Fe^{2+} , Fe^{3+}	MNS ISO 4430:2005
13	Карбонат, гидрокарбонат	CO_3^{2-} , HCO_3^-	MNS 4425-97
14	Перманганатын исэлдэх чанар	ПИЧ	MNS ISO 4818:1999

15	Бичил элементүүдийг “SGS IMME” ХХК-ийн лабораторид индукцийн холбоост плазмын масс спектрометрийн (ICP-MS) багажаар тодорхойлох.тодорхойлох.
----	--

Судалгааны үр дүнг боловсруулах

Үр дүнгийн боловсруулалтад SPSS, ArcGIS болон AquaChem зэрэг программуудыг ашигласан. Ундны зориулалттай худгийн усны химийн үзүүлэлтийг “Хүрээлэн буй орчин, эрүүл мэндийг хамгаалах аюулгүй байдал. Ундны ус эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ “MNS 0900:2018” стандарт, Гадаргын усыг “Усан орчны чанарын үзүүлэлт. Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандарттай тус тус харьцуулсан.

Усны чанарын индексийг доорх томъёогоор тооцож гаргав (Sadat-Noori S.M., et al 2013).

$$Wi = \frac{wi}{\sum_{i=1}^n wi} \quad (1)$$

w_i -химийн үзүүлэлт тус бүрийн хэмжээ

n -химийн үзүүлэлтүүдийн тоо

W_i - харьцангуй хэмжээ

Чанарын ангиллын тооцоо (q_i)-г дараах томъёогоор бодно.

$$qi = \frac{Ci}{Si} * 100 \quad (2)$$

q_i - чанарын эрэмбэ

C_i -химийн үзүүлэлт тус бүрийн агууламж

S_i - үзүүлэлтүүдийн ДЭМБ-ын стандарт агууламж

Дэд индексийг үзүүлэлт тус бүрээр бодож, усны чанарын индексийг доорх томъёогоор олно.

$$SI_i = W_i * q_i \quad (3)$$

$$WQI = \sum SI_i \quad (4)$$

Хүснэгт 2. Усны чанарын индексийн үзүүлэлт.

No	Индексийн тоон үзүүлэлт	Анги	Усны чанар
1	<50	I	Маш сайн
2	50.1-100	II	Сайн
3	100.1-200	III	Дунд зэрэг
4	200.1-300	IV	Муу
5	>300	V	Маш муу

Дээрх хүснэгтийн дагуу усны чанарын индексийг ангилсан.

ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Статикийн шинжилгээний үр дүн

Судалгаанд хамрагдсан Хэрлэн голын сав газар дах газрын доорх ус ихэнхдээ эрдэсжилт, хатуулаг багатай, цэнгэг устай боловч азот, төмрийн ион ундны усны

стандартаас их байх тохиолдол харьцангуй элбэг байсан. Гүний худгуудын усны цахилгаан дамжуулах чадвар (ЦДЧ) нь 204-2860 $\mu\text{S}/\text{cm}$ хооронд хэлбэлзэж, ундны усны стандартад заасан хэмжээнээс 13 худгийн ус 1-2.86 дахин их, үүнээс 5 худгийн усанд Дэлхийн Эрүүл мэндийн зөвлөмж хэмжээнээс 1-1.9 дахин их байна. Газрын доорх усны орчин буюу рН-ийн утга 6.08-8.3 хооронд хэлбэлзэж саармагаас сул шүлтлэг орчинтой байна. Натрийн ион (Na^+) 14-231.4 мг/л, кальци (Ca^+) 23-218.2 мг/л, магни (Mg^+) 4.9-144.2 мг/л-ийн хооронд тус тус хэлбэлзэж байна. Анионуудаас гидрокарбонатын ион бүх тохиолдолд зонхилж (HCO_3^-) 109.8-1860.5 мг/л, хлор (Cl^-) 5.3-225.4 мг/л, сульфат (SO_4^{2-}) 109.8-1860.5 мг/л-ийн хооронд тус тус хэлбэлзэж байна (Хүснэгт 3). Ерөнхий хатуулгийн хэмжээ нь газрын доорх усанд 1.75-22.75 мг-экв/л хооронд хэлбэлзэж дундаж утга нь 6.39 мг-экв/л, гадаргын усанд 0.43-4.80 мг-экв/л хооронд хэлбэлзэж дундаж утга нь 1.57 мг-экв/л байна.

Гадаргын усны цахилгаан дамжуулах чадвар нь (ЦДЧ) хамгийн их хэлбэлзэлтэй буюу 49-1072 $\mu\text{S}/\text{cm}$ хооронд хэлбэлзэж, дундаж утга нь 211.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ байна. Голын усны эрдэсжилт 28-615.57 мг/л эхэн хэсэгтээ бага урсгалынхаа дагуу нэмэгдэх хандлагатай байна. Усны орчин буюу рН-ийн утга 7.25-8.68 хооронд хэлбэлзэж, саармагаас сул шүлтлэг орчинтой байна.

Хүснэгт 3. Гидрохимийн статистикийн дүн шинжилгээ

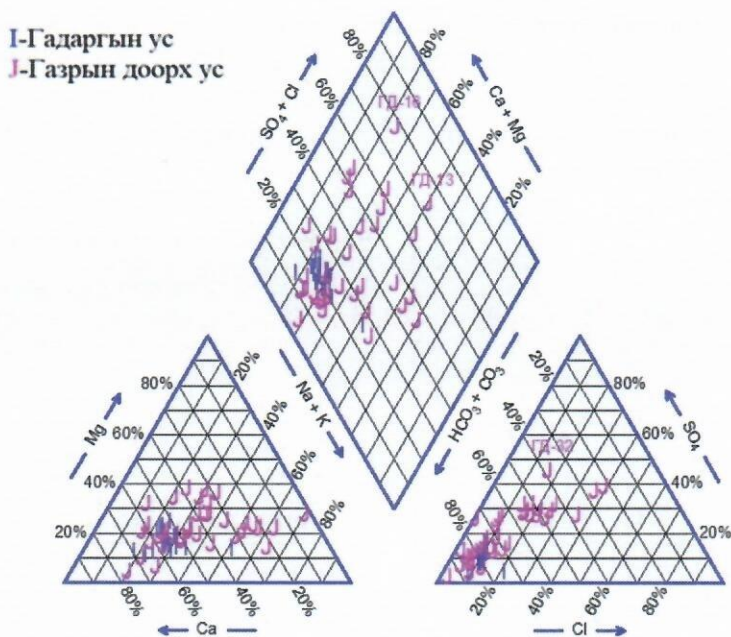
Газрын доорх ус - нийт 37 дээж					Гадаргын ус - нийт 20 дээж				
Параметрууд	Хамгийн бага утга	Хамгийн их утга	Дундаж утга	Std. Хазайлт	Параметрууд	Хамгийн бага утга	Хамгийн их утга	Дундаж утга	Std. Хазайлт
ЦДЧ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	204	2860	914.14	650.50	ЦДЧ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	49	1072	211.20	211.42
Эрдэсжилт (мг/л)	122	1716	547.41	390.72	Эрдэсжилт (мг/л)	28.00	612.57	120.71	120.81
рН	6.08	8.13	7.36	0.44	рН	7.25	8.68	7.88	0.32
Ca^{2+} (мг/л)	23.00	218.20	74.19	52.29	Ca^{2+} (мг/л)	7.01	65.13	22.41	11.99
Mg^{2+} (мг/л)	4.90	144.20	32.74	32.51	Mg^{2+} (мг/л)	0.97	18.85	5.48	4.10
Na^+ (мг/л)	14.00	231.40	84.72	71.69	Na^+ (мг/л)	3.33	122.67	17.22	25.15
HCO_3^- (мг/л)	109.80	1860.50	345.48	319.94	HCO_3^- (мг/л)	27.45	311.10	100.50	58.55
Cl^- (мг/л)	5.30	225.40	49.76	57.77	Cl^- (мг/л)	1.78	145.55	12.82	31.31
SO_4^{2-} (мг/л)	7.00	310.00	99.42	89.75	SO_4^{2-} (мг/л)	2.00	60.00	10.66	11.99
F (мг/л)	0.08	7.90	1.72	1.50	NTU	1.45	70	30.77	12.03
NH_4^+ (мг/л)	0.00	1.20	0.36	0.30	NH_4^+ (мг/л)	0.00	15.40	0.83	3.43
NO_2^- (мг/л)	0.00	0.80	0.07	0.16	NO_3^- (мг/л)	2.00	44.90	9.58	8.94
NO_3^- (мг/л)	1.00	582.30	62.07	114.56	BOD	0.66	6.04	2.38	1.56

Гидрохимийн шинж чанар

Пайпер диаграммаас харахад судалгаанд хамрагдсан нийт газрын доорх усны сорьцын 37.8% нь Са-НСО₃ төрөл, 16.2% нь Холимог-НСО₃, Na-НСО₃, 5.4% нь Na-Холимог, үлдсэн нь төрөл бүрийн холимог найрлагатай ус тархсан байгаа бол гадаргын ус Са-НСО₃ төрлийн ус зонхилсон байна (Зураг 3).

Газрын доорх усны эрдсийн хувьд цэнгэгээс-давсархаг (эрдэжилт 122-1716 мг/л), хатуулгийн хувьд зөөлнөөс маш хатуу (хатуулаг 1.75-22.75 мг-экв/л) устай байна. Голын усны эрдэжилт 46-793.2 мг/л буюу Багануур дүүргийн бохир ус нийлсэн Хугацаа голын усны эрдэжилт хамгийн өндөр 793.2 мг/л, цэнгэгдүү ангилалд бусад бүх сорьц нэн цэнгэгээс-цэнгэг ангилалд хамаарч байна. Хатуулгийн хувьд маш зөөлнөөс-зөөлөвтөр (хатуулаг 0.43-4.80 мг-экв/л) устай байна.

ГД12, ГД15, ГД16, ГД21, ГД22, ГД24, ГД25, ГД27, ГД34 зэрэг 9 сорьцод нитратын агууламж нь стандартад заасан хэмжээнээс 1.18-11.6 дахин их агууламжтай бохирдол ихтэй байна.

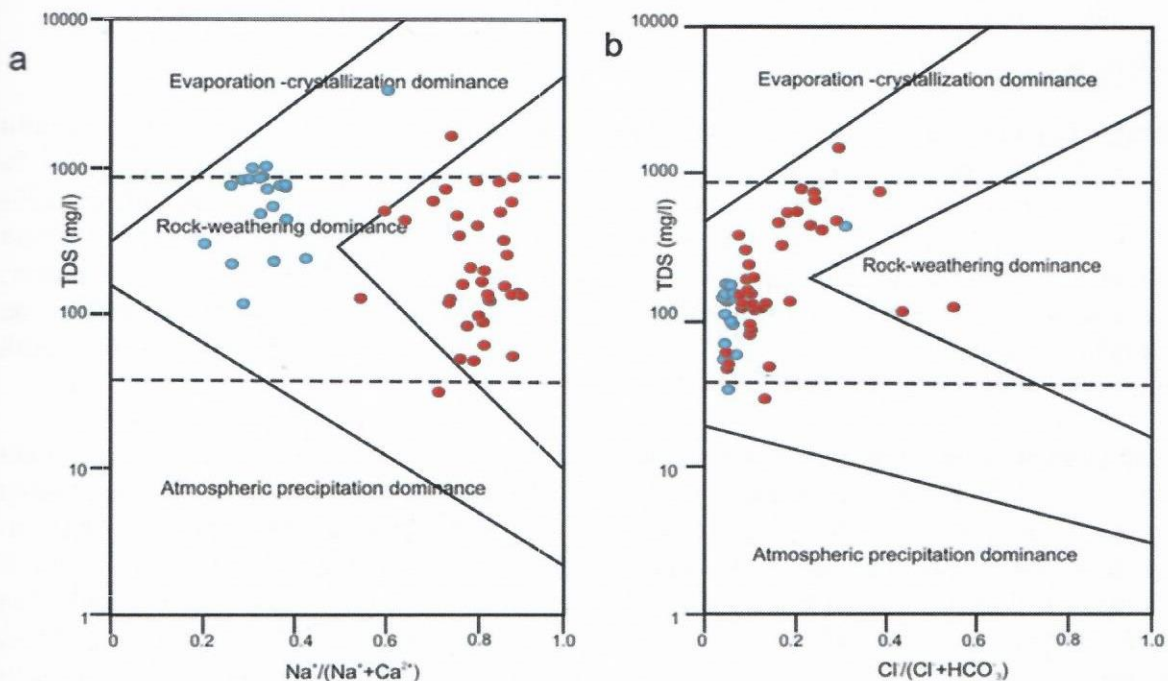


Зураг 3. Судалгаанд хамрагдсан уст цэгүүдийн усны химийн бүрэлдэхүүн Пайпер диаграмм

Бичил элемент, хүнд металлын агууламж: Судалгаанд хамрагдсан нийт 57 усны сорьцод бичил элемент, хүнд металлын агууламжийг 53 элементээр тодорхойлсон ба нийт сорьцын 37%-д манган (Mn) 173-806 мкг/л, 27%-д уран (U) 37-383 мкг/л, 13.5%-д стронций (Sr) 2168-5148 мкг/л, 4.4%-д хүнцэл (As) 15.3-37.7 мкг/л, ГД23 худгийн усанд Молибден (Mo) 88.3 мкг/л тус тус илэрсэн нь стандартын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтэрсэн байна. Газрын доорх усны 37 сорьцоос фторын ион 18.9%-д нь стандартаас бага, 40.5% нь стандартаас их, өөрөөр хэлбэл 59.4% нь стандартын шаардлага хангахгүй байна. Гадаргын усанд хөнгөнцагааны агууламж 10-529 мг/л илэрч ГУ-19, ГУ-20 цэгүүдэд 1-1.06 дахин стандартаас давсан үзүүлэлттэй, бусад элементүүд “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS 4586:1998” стандартын шаардлага хангаж байна.

Ус, чулуулгийн харилцан үйлчлэл:

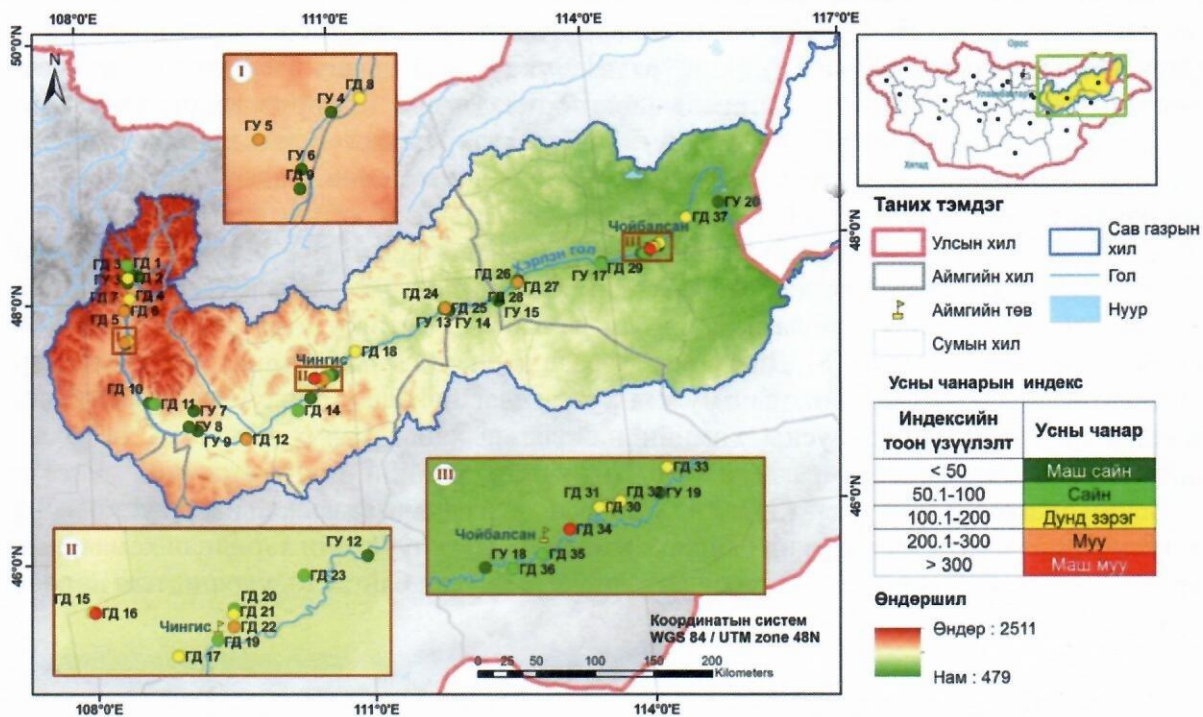
Газрын доорх усны байгалийн химийн найрлага бүрэлдэн тогтох нь ус агуулагч чулуулгийн литологи-петрографийн бүрэлдэхүүнээс хамаардаг. Газрын доорх усны чанар нь цаг уур болон антропогены нөлөөгөөр мэдэгдэхүйц өөрчлөгддөг. Гиббсийн диаграмм нь газрын доорх усны гидрохимийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг хянах механизм, тэдгээрийн хоорондын харилцан холбоог тодорхойлоход ашигладаг[7,8]. Гиббсийн диаграмм нь нийт ууссан давс (TDS)-ын утгыг давамгайлсан катионуудын харьцаа $(Na + K)/(Na + K + Ca)$ болон анионууд $Cl/(Cl + HCO_3)$ -тай харьцуулж үзүүлснээр газрын доорх усны геохимид нөлөөлдөг үндсэн механизмуудыг тодорхойлдог. Гиббс диаграммыг гүний усны найрлага болон уст давхаргын матрицын хоорондын холбоог тогтооход өргөн ашигладаг[8]. Диаграмм дээрээс доош чиглэлд ууршилт, чулуулаг, хур тунадас гэсэн гурван механизмын мужид хуваагддаг бөгөөд ус чулуулгийн харилцан үйлчлэл нь газрын доорх усны химийн найрлагыг хянах гол хүчин зүйл болохыг харуулдаг. Судалгаанд хамрагдсан уст цэгүүдийн химийн шинжилгээний дүнгээр Гиббсийн диаграмм байгуулав (Зураг 4). Гиббсын диаграммаас харахад ихэнх уст цэгүүд нь чулуулаг давамгайлсан мужид байрлаж байгаа нь ус чулуулгийн харилцан хамаарлыг харуулж байгаа ба цөөн хэдэн ус ууршилтын бүсэд буусан байгаа нь ууршилтын нөлөөг харуулж байна.



Зураг 4. Судалгаанд хамрагдсан уст цэгүүдийн Гиббсийн диаграмм (цэнхэр дугуй-гадаргын ус, улаан дугуй-газрын доорх ус)

Усны чанарын индекс

Судалгаанд хамрагдсан нийт уст цэгт сонгогдсон физик химийн үзүүлэлтээр усны чанарын индексийг тооцоход маш муу ангиллаас маш сайн гэсэн ангилалд хамаарч байна. Үүнээс газрын доорх уст цэгийн 5.4% нь маш сайн, 40.5% нь сайн, 35.1% нь дунд зэрэг, 16.2% нь муу, 3% маш муу ангилалд багтаж байна. Гадаргын уснаас Багануур дүүргийн бохир ус нийлсэн Хугацаа голын ус хамгийн өндөр 5% муу ангилалд, бусад цэгүүд буюу 95% нь маш сайн ангилалд хамаарч байна (Зураг 5).



Зураг 5. Судалгаанд хамрагдсан уст цэгүүдийн усны усны чанарын индекс

ДҮГНЭЛТ

Химийн бүрэлдэхүүний хувьд: Судалгаанд хамрагдсан газрын доорх усны эрдсийн агууламж нийт сорьцын 2.7% нэн цэнгэг, 35.1% цэнгэг, 37.1 % цэнгэгдүү, 24.3 % давсархаг устай байна. Хатуулгийн хувьд 24.3% зөөлөн, 21.6 % зөөлөвтөр, 27% хатуувтар, 10.6% хатуу, 16.2% маш хатуу устай байна. Гадаргын ус нь эрдсийн хувьд нэн цэнгэгээс-цэнгэгдүү ангилалд хамаарч байгаа бөгөөд нийт сорьцын 45% нэн цэнгэг, 50% цэнгэг, 5% цэнгэгдүү устай байна. Хатуулгийн хувьд маш зөөлнөөс-зөөлөвтөр ангилалд хамаарч байгаа бөгөөд 35% маш зөөлөн, 65% зөөлөн, 5% зөөлөвтөр устай байна.

Бохирдлын агууламжийн хувьд: Судалгаанд хамрагдсан газрын доорх усны 37 сорьцын 7 буюу 18.9% нь фторын агууламж багатай (F 0.29-0.67 мг/л), 15 буюу 40.5% нь фторын агууламж өндөр (F 1.57-4.26 мг/л) стандартын шаардлага хангахгүй байна. Нитратын агууламж нийт сорьцын 24.3% нь стандартаас давсан бусад бүх сорьцод илэрсэн үзүүлэлттэй байгаа нь хүний үйл ажиллагаанаас хамаарч бохирдолд өртөх магадлал өндөр байгааг илтгэж байна. Гадаргын усны нийт сорьцын 5%-д фосфор, 65%-д биохимийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч стандартад заасан хэмжээнээс их байна. Хэрлэн голын булингарын хэмжээ урсгалын дагуудаа нэмэгдэх зүй тогтолтой буюу эхэн хэсэгтээ маш тунгалаг (1.45-1.79 NTU), дунд хэсэгтээ нэмэгдэж (6.35-13.13 NTU) байсан бол адаг хэсэг рүү эхэн хэсэгтэй харьцуулахад 15.2-39.1 дахин нэмэгдэж (22-70 NTU) булингартай болж байна. Энэ нь голын адаг хэсгийн эргийн нуралт, ёроолын хурдас хагшаас нь элс, шаварлаг, шороон байгаа зэргээс шалтгаалан малын хөлөөр булингартах үзэгдэл ихтэй байна.

Чанарын хувьд: Газрын доорх усны чанарын индексийг тооцоход маш муу ангиллаас маш сайн гэсэн ангилалд тус тус хамаарч байна. Үүнээс нийт уст цэгийн 5.4% нь маш сайн, 40.5% нь сайн, 35.1% нь дунд зэрэг, 16.2% нь муу, 3% маш муу ангилалд багтаж

байна. Гадаргын усны чанарын индекс нь Багануур дүүргийн бохир ус нийлсэн Хугацаа голын ус хамгийн өндөр 5% муу ангилалд, бусад цэгүүд нь буюу 95% маш сайн ангилалд хамаарч байна.

Бичил элементийн хувьд: Газрын доорх усны микро элементийн агууламжаар стронций (Sr)-13.5%, манган (Mn)-35.1%, ураны (U)-27% нь зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс өндөр илэрсэн. Энэ нь тухайн газрын геологийн тогтоц, хурдас чулуулагтай холбоотой ба хөрс, чулуулагт агуулагдах байгалийн гаралтай элементүүд усанд уусаж буйтай холбоотой юм. Гадаргын усны хувьд бичил элементийн шинжилгээгээр хөнгөнцагааны агууламж 10-529 мг/л илэрч ГУ-19, ГУ-20 цэгүүдэд 1-1.06 дахин стандартаас давсан үзүүлэлттэй бусад элементүүд бага, эсвэл илрээгүй байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Байгаль орчин, ногоон хөгжлийн яам, “Улсын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө боловсруулахад зориулсан судалгааны эмхэтгэл”, Хоёрдугаар дэвтэр, Улаанбаатар, 2012.
- [2] “Хэрлэн голыг бохирдуулагч эх үүсвэрүүдийг зайнаас тандах, хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан мониторинг, үнэлгээ хийх технологийн судалгааг хөгжүүлэх” судалгааны явцын тайлан, ШУА-ийн Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн, Улаанбаатар, 2023
- [3] Евгений Симонов. Хэрлэн гол- Дорнод талын Амин судлал. Хил хязгааргүй гол мөрөн Барт Викель, Стокгольмийн хүрээлэн буй орчны институт. Далиан хот, Хятад улс simonov@riverswithoutboundaries.org, 2016
- [4] “Хэрлэн голын сав газрын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө” Монголын гидргеологчдын холбоо, Улаанбаатар, 2016
- [5] “Хүрээлэн буй орчин, эрүүл мэндийг хамгаалах аюулгүй байдал. Ундны ус эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ “MNS 0900:2018” стандарт,
- [6] “Усан орчны чанарын үзүүлэлт. Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандарт
- [7] Dashdondog Gerelm-od1* Togtokh Enkhjargal1 Zorigt Byambasuren1 and Ganbold Dagvasuren2 “ Physicochemical characterization of drinking water from borehole wells in Ulaanbaatar city , Mongolia”.Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences, p. 23-34, Vol.61 No 02 (238) 2021 DOI <https://doi.org/10.5564/pmas.v61i2>. Available: <https://doi.org/105564/pmas.v61i02.1757>
- [8] R.J.Gibbs. “Mechanism controlling world water chemistry”. Science. 170, p.1088-1090, 1970. Available: <http://doi.org/10.1126/science.170.3962.1088>
- [9] “Усны шинжилгээний дүнгийн нэгтгэсэн материал” ШУА- Геоэкологийн хүрээлэн, Улаанбаатар, 2009-2018.

ЭРДЭНЭТ ХОТ ОРЧМЫН БУЛГИЙН УСНЫ ЧАНАР (АР БОЛОН УРТ БУЛГИЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР)

Т.Энхжаргал*, Б.Саранчимэг, Б.Мөнхтөр, С.Эрдэнэчимэг

ШУА, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, УНУАС, , Монгол улс*
Имэйл: enkhjargalt@mas.ac.mn

ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгаа нь Эрдэнэт хот орчмын Ар булаг, Урт булгийн усны гидрохимийн чанар, түүний орон зайн өөрчлөлтийг судлахаас гадна бохирдолтын ерөнхий төлөвийг тодорхойлж мониторингийн мэдээлэлд үндэслэн Усны Бохирдолтын Индексийг тооцож үнэлэх зорилготой. Хээрийн судалгааны ажлыг 2023 оны 08 дугаар сард хийж гүйцэтгэсэн ба нийт 10 сорьц авч ерөнхий хими, микро элементийн шинжилгээг хийсэн.

Ар булгийн ус нь Ca-HCO_3 гэсэн найрлагатай, 1, 2-р төрлийн устай байхад Урт булгийн ус нь Ар булгийн устай харьцуулахад чанар, найрлагын хувьд эрс ялгаатай, химийн бүрэлдэхүүний хувьд Ca-SO_4 гэсэн найрлагатай, 2-р төрлийн устай байна. Ар булгийн усны эрдэжилт урсгалын дагууд буурч цэнгэгээс нэн цэнгэг (130-281мг/л) ангилалд шилжсэн байна. Хатуулгийн хувьд Ар булгийн усны үндсэн ундаргын ус нь 3.02 мг-экв/л буюу зөөлөвтөр, урсгалын дагууд 1.33-2.07 мг-экв/л буюу маш зөөлнөөс зөөлөн устай болон өөрчлөгдсөн байна. Харин Урт булгийн ус нь чанарын хувьд цэнгэгдүү, эрдэжилт, хатуулгийн хэмжээ нь урсгалын дагууд аажмаар өссөн үзүүлэлттэй, 6.22-7.28 мг-экв/л буюу хатуувтраас хатуу устай байна.

Судалгаанд хамрагдсан нийт уст цэгийн 80% нь аммони, 10% нь биологийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч, 40% нь перманганатын исэлдэх чанар, 20% нь фторын хэмжээгээр гадаргын усны стандартаас давсан байна.

Нийт уст цэгийн 3 цэгт цайр (Zn 14-48 мкг/л) MNS 4586:98 стандартаас 1.4-4.8 дахин их, 3 цэгт никель (Ni 13.1-38.5 мкг/л) 1.3-3.9 дахин их, манган (Mn 140-1077 мкг/л) 1.4-10.8 дахин их, 2 цэгт кобальт (Co 0.56-41.1 мкг/л) 1.8-4.1 дахин их илэрсэн байна.

Ар булгийн усны бохирдолтын индексийн утга 1.26-1.56, бүх цэг “Бага зэргийн бохирдолт” (III)-той ангилалд, Урт булгийн усны бохирдолтын индексийн утга 1.71-5.11 буюу “Бага зэргийн бохирдолт” (III)-той ангиллаас “Их бохирдолт” (V)-той ангилалд тус тус багтаж байна.

Түлхүүр үгс: Ар болон Урт булаг. Гидрохимийн чанар, бохирдолтын индекс

ОРШИЛ

Уртын булаг нь Хойд Мөсөн Далайн Ай савд буюу Орхон голын савд газарт багтдаг. Голуудаас хамгийн томоохон нь Хангал, Чингэл голууд юм. Хэнтий нурууны баруун хойд хажуугийн салбар уулс болох Сэнж уулын зүүн урдаас усажсан Говилын гол, Баян Цагааны гол нийлж Хангал гол болж 56 орчим км урсан Орхон голд цутгана. Баруун гар талаас Ар булаг, Согоотын гол, Дарстын гол, зүүн гар талаас Шувуутын булаг цутгана. Ус хурах талбайд булаг шанд ихтэй. Голын ус хурах талбай 746 км². Говилын гол (горхи) нь Эрдэнэт голын зүүн гар талын нэг цутгалан юм. Эрдэнэт голын урт нь 17.6 км, ус хурах талбай нь 170 км². Эрдэнэт голын баруун гар талаас цутгал гол байхгүй, харин зүүн гар талаас нь Говил, Цагаан Чулуут гэсэн 2 гол цутгадаг. Эрдэнэт голын эх нь Уртын булаг гэж нэрлэгддэг ба Уртын булаг нь 5.13км орчим урсаад ус хөрсөнд

шурган газрын доорх усны хөлийн бүс болж буй Дунд гүүрний орчмоос гадаргын урсац үүсэж, түүнээс доош газрын доорх устай гидравлик холбоотой болдог байна [1].

Урт булаг нь Баруун Бүстэй уулын (1778м) өврөөс эх аван урссаар 4.44км орчим урсаад Эрдэнэт хотын баруун талын гэр хорооллын дунд төмөр гүүрний харалдаа шургадаг байна. Ар булаг нь Баруун Бүстэй уулын (1778м) араас эх аван урссаар Говилын голд цутгадаг байна. Ар булгийн ус нь эхээсээ Говилын голд цутгах хүртэл 5.42км байна [2].

Аливаа улс орны хөгжил дэвшилд нөлөөлөх үндсэн хүчин зүйлсийн нэг нь цэвэр, цэнгэг ус байдаг бөгөөд түүний чанар, найрлагаас шалтгаалж хүн ардын эрүүл энх байх, бүс нутгийн хөгжилт, үйлдвэрлэх хүчний байршилт зэрэг нийгэм эдийн засгийн чухал асуудлыг шийдвэрлэх үндсэн нөхцөлийг бүрдүүлдэг. Цэвэр, цэнгэг усны нөөцийг нэмэгдүүлэх, бохирдож, хомстохоос хамгаалах, түүний зохистой ашиглах, экосистемийн тэнцвэрт байдлыг алдагдуулахгүй байх явдал нь дэлхий нийтийн амин чухал асуудлын нэг юм. Хүн амын өсөлт, хот суурин газрын өргөжилт, үйлдвэр, хөдөө аж ахуй, уул уурхайн хөгжихийн хирээр хүрээлэн буй байгаль орчинд мөргөөр нөлөөлөн, экологийн тэнцвэрт байдал алагдахад хүргэдэг. Усны бохирдол нь ихэвчлэн дутуу цэвэрлэсэн бохир ус, үйлдвэрийн хог хаягдал, газар тариалангийн талбайгаас хөрсөөр угаагдах бохир, мал аж ахуй, үйлдвэр, хот суурин газрын тэлэлт зэргээс шалтгаалан үүсдэг. Манай улсын томоохон хот суурины гадаргын болон газрын доорх ус, хөрс, агаарын бохирдол стандартын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс давах тохиолдол байнга ажиглагдаж, хүний эрүүл аюулгүй орчинд ажиллаж амьдрах эрх зөрчигдөх болсон. Усны эх үүсвэр бохирдсоноор тухайн тухайн хүрээлэн буй орчны хүн, амьтан, ургамал, усны амьтдын амьдрах орчин доройтож, хүний эрүүл мэндэд шууд ба шууд бусаар нөлөөлж болно. Байгаль орчны тулгамдсан асуудлыг шийдвэрлэх гол арга зам нь төлөвлөлт, болзошгүй сөрөг нөлөөллийг урьдчилан тогтоох, хяналт шинжилгээ хийж, үнэлээ өгөх замаар түүнийг багасгах, бууруулах нь чухал юм. Иймээс бид Ар болон Урт булгийн усны чанар, бохирдлын өнөөгийн байдалд үнэлгээ өгөх зорилготой. Энэхүү судалгааны ажил нь цаашид авч хэрэгжүүлэх арга хэмжээг төлөвлөхөд үндэс суурь мэдээлэл болох ач холбогдолтой юм. Уг судалгаа нь “Орхон аймгийн Баян-Өндөр сумын Уртбулаг, Ар булгийн урсцыг нэмэгдүүлэх боломж” гэрээт судалгааны ажлын хүрээнд хийгдсэн.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Хээрийн болон лабораторийн судалгаа

Бид хээрийн судалгааг 2023 оны 08-р сард хийж гүйцэтгэсэн ба булгийн уртын дагууд тус бүр 5, нийт 10 сорьц цуглуулсан (Хүснэгт-3). Хээрийн судалгаагаар усны температур (ТC), усны орчин (рН), цахилгаан дамжуулах чадвар (ЦДЧ), нийт ууссан давс (TDS), исэлдэн ангижрах потенциал (ORP) зэрэг үзүүлэлтүүдийг Hach Multiparameter (HANNA HI 98195), булингарыг (HANNA HI 93703) зөөврийн багажаар тус тус хэмжиж тодорхойлсон (Зураг 1).

ШУА-ийн Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэнгийн Усны шинжилгээний лабораторид ерөнхий химийн шинжилгээг хийсэн. Үндсэн ионууд (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^{-} , HCO_3^{-} , CO_3^{2-}), ерөнхий хатуулаг, исэлдэх чанар (ПИЧ) зэрэг үзүүлэлтүүдийг уламжлалт титрлэлтийн аргаар, NO_2^{-} , NO_3^{-} , NH_4^{+} , Fe_3^{+} , SO_4^{2-} зэрэг ионуудыг зөөврийн спектрофотометр (DR1900), Na^{+} , K^{+} , Co, Mo, As, Cu, Zn, Hg, Cd, Pb, Ni, U зэрэг микро элемент болон хүнд металлуудыг “SGS IMME” ХХК-ийн лабораторид индукцийн холбоост плазмын масс спектрометрийн (ICP-MS) багажаар тус тус тодорхойлсон. Усыг эрдэсжилт, хатуулгаар

нь ангилсан олон ангилал байдаг. Бид Оросын эрдэмтдийн ангилсан ангиллыг ерөнхийд нь баримтлан өөрийн орны стандарт, амьдралд нийцүүлэн ашигладаг дараах ангиллын дагуу ангилж, усны эрдэс, хатуулгийн зэрэгт үнэлгээ өгсөн (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Байгалийн усны эрдэсжилт, хатуулгийн ангилал [5].

Эрдэсжилт, г/л		Хатуулаг, мг-экв/л	
Нэн цэнгэг	< 0.20	Маш зөөлөн	<1.50
Цэнгэг	0.21-0.50	Зөөлөн	1.51-3.00
Цэнгэгдүү	0.51-1.00	Зөөлөвтөр	3.01-5.00
Давсархаг	1.01-3.00	Хатуувтар	5.01-7.00
Давстай	3.01-7.00	Хатуу	7.01-9.00
Шорвог	>7.01	Маш хатуу	>9.01

Бохирдолтын индекс тооцох аргачлал

Булгийн усны бохирдолтын индексийг /УБИ/ ууссан хүчилтөрөгч, БХХ5, NH4+, ПИЧ, нийт азот, нийт фосфор, хүнд металл болон микро элементүүд (төмөр, фтор, манган, никель, хөнгөн цагаан) зэрэг үзүүлэлтүүдээр (1)-ээр томъёог ашиглан тооцсон.

УБИ-ийг тооцохдоо зөвхөн тодорхой тооны бохирдуулах бодисын тоон үзүүлэлтийг ашиглана. Эхлээд тус бүрийн арифметик дунжийг болно УБИ-ээр усны чанарыг үнэлэхдээ хүснэгт 4-ийн дагуу усны чанарыг үнэлнэ [7, 8].

$$\text{УБИ} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{Ci}{\text{УЧС}} \right) / N \quad (1)$$

УБИ- усны бохирдолтын индекс, Ci-i үзүүлэлтийн арифметик дундаж утга /мг/л/, УЧС- усны чанарын стандарт, мг/л, N-УБИ тооцоход авсан химийн үзүүлэлтийн тоо.

Хүснэгт 2. Усны чанарын ангилал [Булган, 2008].

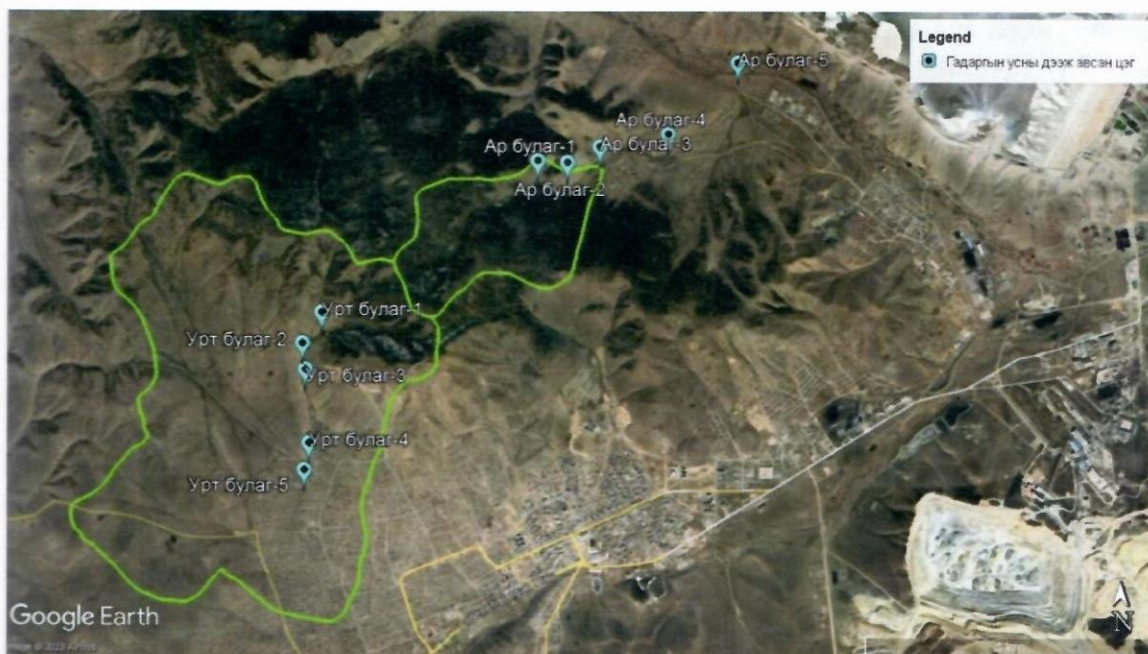
УЧЗэрэг	Ангилал	УБИиндекс
I	Маш цэвэр	≤0.3
II	Цэвэр	0.31-0.89
III	Бага бохирдолтой	0.90-2.49
IV	Бохирдолтой	2.50-3.99
V	Бохир	4.00-5.99
VI	Маш бохир	≥6.0

Статистик болон үнэлгээний аргууд

Энэхүү судалгаанд SPSS21 программыг ашиглан нийт ерөнхий статистик үзүүлэлт, Aquachem 2014 программаар усны химийн найрлагыг илэрхийлэхэд ашигласан. Булгийн усыг “Усан орчны чанарын үзүүлэлт. Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандарттай харьцуулж үнэлсэн [7, 8].

Судалгааны талбай

Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Ар булаг, Урт булгийн урсгалын дагууд 5,5 сорьц, нийт 10 уст цэг сонгон авч ерөнхий химийн болон микро элементийн сорьц авсан (Зураг 2).

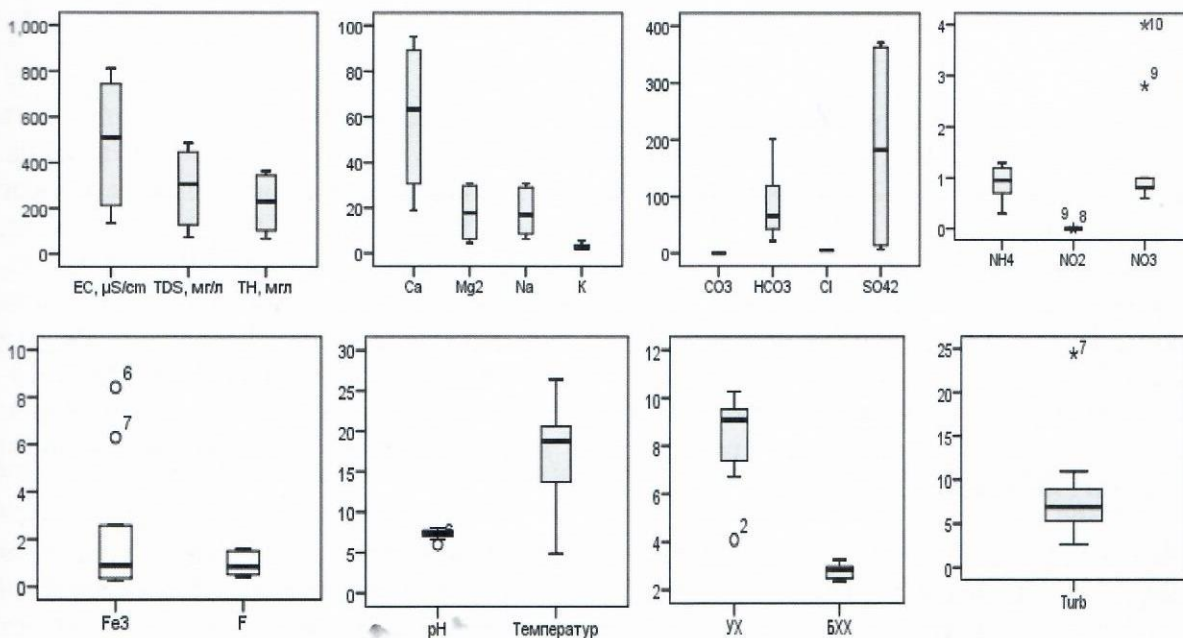


Зураг 2. Судалгаанд хамрагдсан цэгүүдийн байршил

ҮР ДҮН

Статистик шинжилгээ

Судалгаанд хамрагдсан булгийн усны физик-химийн голлох үзүүлэлтүүдээр хамгийн их, дундаж, стандарт хазайлтын утгыг тооцож Зураг 3 болон Хүснэгт 4-г харуулав.



Зураг 3. Физик-химийн статистик үзүүлэлт

Цахилгаан дамжуулах чадвар (EC) нь хамгийн их хэлбэлзэлтэй, түүний утга 135-812 $\mu\text{S/cm}$, дундаж утга нь 486.1 $\mu\text{S/cm}$, усны орчин (pH)-ийн утга 5.98-8.04 дундаж утга 7.32,

сул хүчиллэгээс сул шүлтлэг орчинтой, нийт уст цэгийн 8.33% нь MNS4586:98 болон MNS0900:2018 стандартын хязгаараас хэтэрсэн байна. Нийт ууссан эрдэс давс (TDS) 74-487 мг/л хооронд хэлбэлзэж, дундаж утга 291 мг/л, ерөнхий хатуулгийн хэмжээ нь 1.3-7.3 мг-экв/л, дундаж утга 4.5 мг-экв/л, нийт сорьцын 8.33% нь 16.67% нь MNS0900:2018 стандартад зааснаас их байна. Булингар 2.63-24.45NTU, дундаж утга 8.44 NTU байна (Хүснэгт 4).

Хүснэгт 4. Газрын доорх усны гол ионуудын статистик үзүүлэлт (n=24)

Үзүүлэлтүүд	Хамгийн бага утга	Хамгийн их утга	Дундаж	Стандарт хазайлт
pH	5.98	8.04	7.32	0.61
ТН, мг-экв/л	1.3	7.3	4.5	2.5
ЕС, (µS/cm)	135.0	812.0	486.1	288.9
TDS, (ppm)	74.0	487.0	291.0	174.3
Ca ²⁺ , (мг/л)	19.0	95.2	59.9	31.1
Mg ²⁺ , (мг/л)	4.6	30.8	17.9	12.2
Na ⁺ , (мг/л)	6.3	30.8	18.0	10.1
К, (мг/л)	1.7	5.6	3.0	1.4
HCO ₃ ⁻ , (мг/л)	21.4	201.3	81.5	57.1
Cl ⁻ , (мг/л)	4.6	5.7	5.2	0.4
SO ₄ ²⁻ , (мг/л)	6.6	371.0	186.7	183.2
NH ₄ ⁺ , (мг/л)	0.30	1.30	0.93	0.32
NO ₂ ⁻ , (мг/л)	0.00	0.01	0.00	0.00
NO ₃ ⁻ , (мг/л)	0.60	4.00	1.32	1.14
F, (мг/л)	0.24	8.42	2.16	2.86
Fe ³⁺ , (мг/л)	0.42	1.58	0.93	0.50
УХ, (мг/л)	4.09	10.27	8.37	1.84
БХХ, (мг/л)	2.37	3.26	2.77	0.28
Turb, (NTU)	2.63	24.45	8.44	6.07

Шинжилгээний дүнгээр катионоос кальцийн (Ca²⁺) агууламж 19-95.2 мг/л, дундаж утга нь 59.9 мг/л, магнийн (Mg²⁺) агууламж 4.6-30.8 мг/л, дундаж утга нь 17.9 мг/л байна. Магнийн агууламж нь 2 уст цэгт (MNS, 2018)-ийн зөвшөөрөгдөх хязгаараас бага зэрэг хэтэрсэн, энэ нь нийт сорьцын 16.67%-ийг эзэлж байна. Натри (Na⁺) 6.3-30.8 мг/л, дундаж утга нь 18 мг/л, кали (K⁺) 1.7-5.6 мг/л, дундаж утга нь 3.0 мг/л байна. Анионуудаас гидрокарбонатын ион (HCO₃⁻) 21.4-201.3 мг/л, дундаж утга нь 81.5 мг/л, хлор (Cl⁻) 4.6-5.7 мг/л, дундаж утга нь 5.2 мг/л, сульфат (SO₄²⁻) 6.6-371 мг/л, дундаж утга нь 186.7 мг/л тус тус агууламжтай байна. Хлор, натри, калийн ионууд нь MNS 0900:2018-ийн зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэтрээгүй, стандартын шаардлага хангаж байна. Харин сульфатын ион нь нийт уст цэгийн 50% нь MNS4586:98 стандартаас хэтэрсэн үзүүлэлттэй байна.

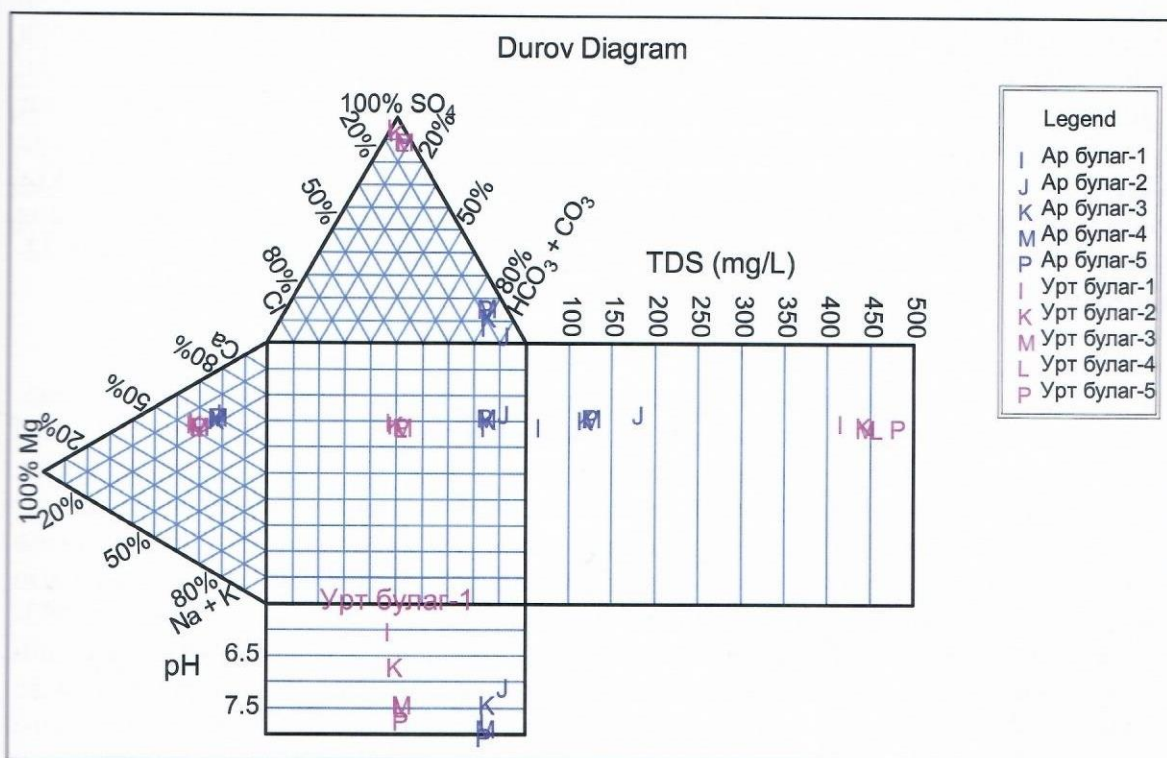
Шим бохирдолтын үзүүлэлтээс фосфат, нитрит, нитрат зэрэг ионуудын агууламж нь илрүүлэх хязгаараас доогуур үзүүлэлттэй байхад аммонийн ион өндөр агууламжтай илэрсэн, бохирдолт ихтэй, MNS4586:98 стандартаас хэтэрсэн байна. Энэ нь нийт уст цэгийн 58.3%-ийг эзэлж байгаа ба түүний агууламж (NH₄⁺) 0.3-1.3 мг/л, дундаж утга нь 0.93 мг/л байна.

Фтор (F) 0.24-8.42 мг/л, дундаж утга нь 2.16 мг/л, ууссан хүчилтөрөгч 4.09-10.27 мг/л, дундаж утга нь 8.37 мг/л, биологийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч 2.37-3.26 мг/л, дундаж утга нь 2.77 мг/л агууламжтай илэрсэн байна.

Гидрохимийн шинж чанар

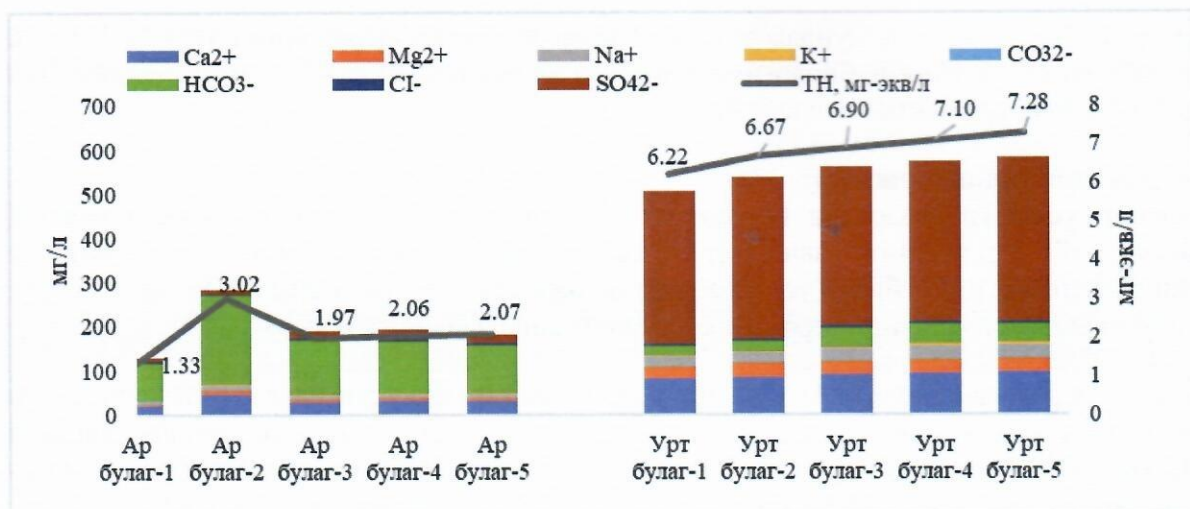
Булгийн усны гидрохимийн бүрэлдэхүүний өөрчлөлтийг судлах үүднээс урсгалын дагууд нийт 5 цэг сонгон авч үр дүнг харьцуулан булгийн усны катион ба анионы концентрацын хэмжээ болон усны найрлагын ижил ба ялгаатай талыг Дуровын (PDurov) диаграммыг Aqua Chem программ хангамжийг ашиглан байгуулав (Зураг 4).

Дээрх диаграммаас харахад Ар булгийн усны ионы харьцаа эхээс адаг хүртэл харьцангуй тогтвортой анионуудаас гидрокарбонатын ион дангаараа зонхилж, анионы харьцаа $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Cl}^-$, катионуудаас бүх тохиолдолд кальцийн ион давамгайлж, катионы харьцаа $\text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{K}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+}$ гэсэн дараалалтай, 1, 2-р төрлийн устай байна.



Зураг 4. Булгийн усны химийн найрлага (Durov diagram).

Харин Урт булгийн усны хувьд Ар булгийн уснаас чанар, найрлагын хувьд эрс ялгаатай, анионоос сульфатын SO_4^{2-} ион зонхилж, анионы харьцаа $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{Cl}^-$ катионоос кальцийн Ca^{2+} ион давамгайлж, катионы харьцаа $\text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{K}^+$, бүх тохиолдолд 2-р төрлийн устай байна (Зураг 4).



Зураг 5. Булгийн усны уртын дагуух эрдэс (мг/л), хатуулгийн өөрчлөлт (мг-экв/л)

Ар булгийн усны эрдэсжилт уулын горхины ус (Арбулаг-1 цэгт 129.9 мг/л) нэн цэнгэг, Ар булаг-2 цэгт / булгийн үндсэн ундарга/ 280.9 мг/л буюу цэнгэг, горхины ус болон үндсэн булгийн ус нийлсний дараа булгийн усны эрдэсжилт 188.8-192.5 мг/л болон өөрчлөлтөд орсон ба нэн цэнгэг устай байна. Үндсэн булгийн усны ерөнхий хатуулаг 3.02 мг-экв/л, зөөлөвтөр ангилалд хамаарагдаж байгаа бол булгийн урсгалын дагууд 1.33-2.07 мг-экв/л буюу маш зөөлнөөс зөөлөн ангилалд тус тус багтаж байна. Урт булгийн усны эрдэсжилт 598-579.5 мг/л буюу бүгд цэнгэгдүү ангилалд тус тус хамаарч байгаа ба ерөнхий хатуулгийн хувьд булгийн урсгалын дагууд өссөн үзүүлэлттэй, 6.22-7.28 мг-экв/л буюу хатуувтраас хатуу устай ангилалд багтаж байна (Зураг 5).

Бохирдолтын үзүүлэлт

Усны булингар буюу жинлэгдэх бодис нь усан дахь хөвөгч организмууд, лаг шавар, органик бодисын суспензлэгдсэн жижиг хэсгийн хэмжээгээр илэрхийлэгддэг. Суспенз байдалтай усан дахь хатуу материалын хэмжээ нь байгалийн элэгдэл эвдрэл, урсац, замгийн цэцэглэлтийн үр дүнгээр бий болдог. Энэ суспензлэгдсэн материалын жижиг хэсгийн хэмжээ ба концентраци булингарын тоон утгын өөрчлөлтөд чухал нөлөө үзүүлдэг [5]. Ар булгийн усны булингарын хэмжээ 5.25-6.26 NTU байгаа бол үндсэн булгийн ус нь маш тунгалаг 2.63 NTU байна. Урт булгийн усны булингарын хэмжээ 7.53-24.45 NTU байна. Булгийн эхийг хашиж хамгаалсан боловч тус булгийн ус нь төмрийн (II) ионыг агуулсан учраас агаартай исэлдэн төмрийн (III) ионд шилжсэний улмаас булгийн ёроолд улбар шар өнгийн тунадас үүссэн байв. Урт булаг 2 цэгт усны булингарын хэмжээ харьцангуй өндөр 24.45 NTU байна. Булгийн усны булингарын хэмжээ урсгалын дагуу буурах зүй тогтолтой байна.

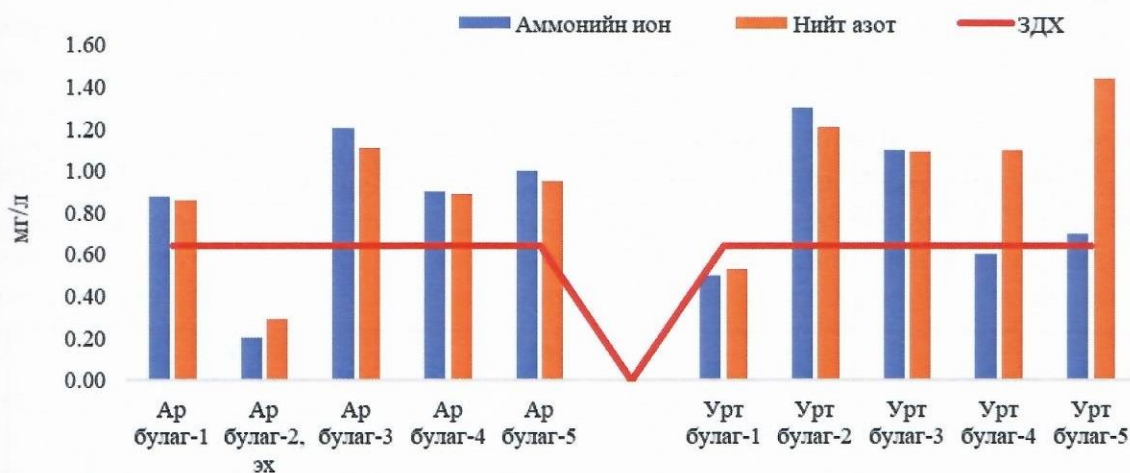
Судалгааны дүнгээр Ар булгийн усанд төмрийн агууламж 0.04-0.98 мг/л, Урт булгийн усанд 0.24-8.42 мг/л илэрсэн ба булгийн эхэнд 8.42 мг/л буюу хамгийн их илэрсэн, урсгалынхаа дагууд түүний агууламж буурсан үзүүлэлттэй байна. Төмрийн агууламжийг “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS 4586:1998” стандартад заагаагүй байна.

Перманганатын исэлдэх чанар нь усан дахь органик бодисын хэмжээг илэрхийлдэг. ПИЧ-ийн хэмжээ Ар булгийн урсгалын дагууд 4.8-13.92 мг/л, уулын горхины усанд хамгийн их буюу 15.20 мг/л илэрсэн бөгөөд “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS 4586:1998” стандартад заасан хэмжээнээс 1.5 дахин давсан байна. Урсгалынхаа дагууд түүний агууламж буурсан үзүүлэлттэй байна. Урт булгийн усанд ПИЧ-ийн хэмжээ Ар

булгийн урсгалын дагууд 6.24-7.20 мг/л илэрсэн нь “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS 4586:1998” стандартад заасан хэмжээнээс хэтрээгүй, энэхүү үзүүлэлтээрээ стандартын шаардлага хангаж байна.

Фторын илрэл нь ялангуяа хагас хуурай, хуурай бүс нутагт ион солилцоо, ууршилт болон геологийн тогтоцтой холбоотой байдаг [9]. Судалгааны дүнгээр Ар булгийн усанд фторын агууламж 0.42-0.53 мг/л буюу харьцангуй бага агууламжтай, харин Урт булгийн усанд фторын агууламж 1.14-1.58 мг/л илэрсэн ба сүүлийн 2 цэгт буюу гэр хорооллын бүсэд фторын агууламж нь “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS 4586:1998” стандартад заасан хэмжээнээс бага зэрэг давсан үзүүлэлттэй байна. Фтор нь ундны ус болон янз бүрийн хүнсний эх үүсвэрт байдаг зайлшгүй шаардлагатай бичил тэжээл юм. Фтор нь бие махбодод ашиг тустай хэдий ч хортой нөлөө үзүүлдэг. Шүдний флюороз, шүд шарлах, хөл, мөр өвдөх, яс мушгирах, гажиг үүсэх зэрэг хүндрэлүүд нь усан дахь фторын өндөр агууламжаас үүдэлтэй байдаг [10].

Шим бохирдолтын үзүүлэлт: Судалгааны дүнг харьцуулан үзэхэд шим бохирдлоос аммонийн азот давамгайлж байна. Аммонийн ион нь бохирдлыг илэрхийлэх чухал үзүүлэлт бөгөөд Ар булгийн эх ундарга нь 0.3 мг/л, урсгалын дагууд 0.88-1.2 мг/л илэрсэн ба хамгийн өндөр агууламжтай илэрсэн цэг нь 3-р цэгт 1.2 мг/л агууламжтай илэрсэн. Эх ундаргаас бусад бүх цэгүүдэд аммонийн ион нь “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS4586:1998” стандартад заасан хэмжээнээс 1.4-1.9 дахин их байна. Энэ цэгт хавь ойр орчмын мал, үхэр ихээр бэлчиж уг булгаас ундаалдаг учир малын хөлөөр булгийн усанд аммонийн ионы бохирдолт өндөр илэрсэн байна.



Зураг 6. Аммонийн ион болон нийт азотын орон зайн өөрчлөлт

Урт булгийн усанд аммонийн ион 0.5-1.3 мг/л агууламжтай илэрсэн ба булгийн эхээс адаг хүртлээ түүний агууламж буурсан хэдий ч “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS4586:1998” стандартад заасан хэмжээнээс 1.1-2.0 дахин их байна. Нийт азотын хэмжээ нь Ар булгийн усанд 0.32-1.11 мг/л, Урт булгийн усанд 0.53-1.44 мг/л-ийн агууламжтай илэрсэн (Зураг 6).

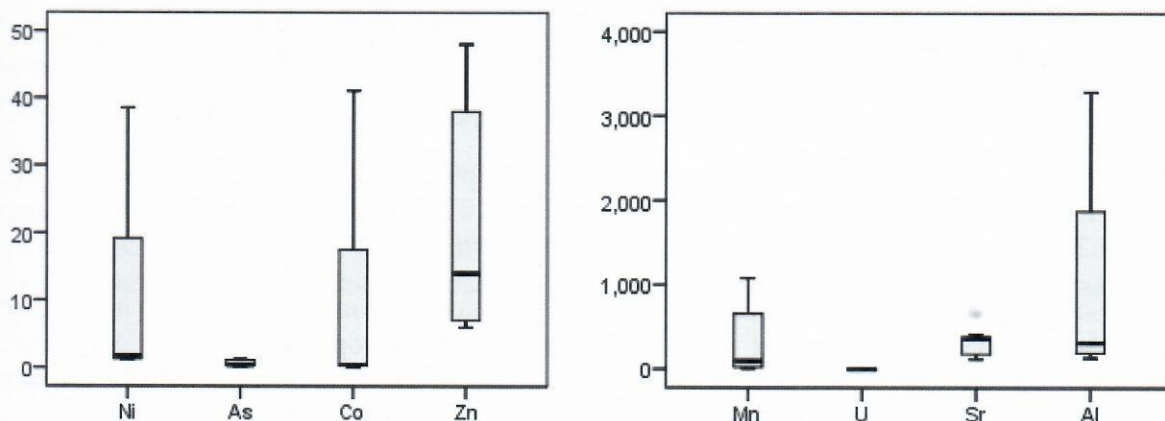
Ар булгийн усанд нийт фосфор (TP 0.051-0.093 мг/л, Урт булгийн усанд >0.05мг/л-ээс бага агууламжтай илэрсэн ба түүний агууламж нь “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS4586:1998” стандартад заасан хэмжээнээс хэтрээгүй, дээрх стандартын шаардлага хангаж байна.

Ууссан хүчилтөрөгч: Байгалийн усанд ууссан хийнүүдээс хүчилтөрөгч онцгой үүрэг гүйцэтгэдэг бөгөөд гадаргын усны өөрөө цэвэрших процесс ба бохирдолтын байдлыг харуулах чухал үзүүлэлт болдог. Байгалийн усанд ууссан хүчилтөрөгчийн хэмжээ янз бүр байдаг. Энэ нь усны урсгал, температур, атмосферын даралт, ёроолын харгиа боргио, цаг агаар зэргээс хамаарах бөгөөд түүний концентраци нь голын урсац, фотосинтезийн идэвх, усны температурын өөрчлөлтөөс шалтгаалан улирал, өдөр, цагаар хэлбэлздэг [5]. Судалгааны дүнгээс харахад ууссан хүчилтөрөгчийн хэмжээ нь Ар булгийн үндсэн ундаргад 4.09 мг/л, Ар булаг-1 цэгт буюу уулын горхины усанд хамгийн их 10.27 мг/л, урсгалынхаа дагууд 9.58-9.32 мг/л агууламжтай илэрсэн ба энэхүү үзүүлтээрээ “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS4586:1998” стандартын шаардлага хангаж байна.

Биологийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч: Байгалийн усан дахь азот, фосфорын нэгдлүүдийн найрлага нэмэгдсэнээр ус нь шим бодисоор баяжих ба усанд төрөл бүрийн бичил организм, бактери, вирус замаг ургах өсөх таатай орчинг бүрэлдсэнээр биологийн хэрэгцээт хүчилтөрөгчийн хэмжээ ихэснэ. Гадаргын усанд БХХ-5 зонхилон 0.5-4.0 мг/л байх хэдий ч энэ нь улирлаар юм уу хоногоор өөрчлөгдөж байдаг [5]. Биологийн хэрэгцээт хүчилтөрөгчийн хүлцэх агууламжийг гадаргын усны “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS4586:1998” стандартад 3 мг/л гэж заасан байдаг. Судалгаагаар Ар булгийн усны биологийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч (БХХ-5) 2.41-2.85 мг/л-ийн агууламжтай илэрсэн нь “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS 4586:1998” стандартын шаардлага хангаж байна. Харин Урт булгийн усанд 2.37-3.26 мг/л агууламжтай илэрсэн ба 4-р цэгт биологийн хэрэгцээт хүчилтөрөгчийн агууламж нь (БХХ-5) “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS 4586:1998” стандартад заасан хэмжээнээс 0.6 дахин давж илэрсэн.

Микро элемент болон бусад бохирдол:

Ар булгийн усанд 53 элемент тодорхойлсон ба микро элементүүдийн агууламжийг Зураг 7 болон Хүснэгт 5-д үзүүлэв.



Зураг 7. Зарим микро элемент, хүнд металлын агууламж, мкг/л

Шинжилгээний дүнгээс харахад Ар булгийн усанд уран 0.028-0.724 мкг/л, хүнцэл 0.39-1.21 мкг/л, бари 39-51 мкг/л, селен 0.2-2.1 мкг/л, никель 0.7-1.3 мкг/л, кобальт 0.08-0.45 мкг/л, стронци 117-257 мкг/л, молибден 0.1-0.4 мкг/л, хром, зэс, титан ванади зэрэг элементүүд илрээгүй, бусад элементүүд маш бага агууламжтай 0.001-0.1 мкг/л агууламжтай илэрсэн. Нийт уст цэгийн 4 цэгт буюу 33.33% нь хөнгөн цагааны агууламжаар MNS 0900:2018 стандартын шаардлага хангахгүй байна. Усан орчны чанарын үзүүлэлт. Ерөнхий шаардлага MNS 4586:98 стандартад хөнгөн цагааны хэмжээг заагаагүй байна. Ар булгийн эхний цэг болох уулын горхины усанд цайрын агууламж MNS4586 стандартаас 4.8 дахин их байна.

Хүснэгт 5. Хүнд металл болон бичил элементийн агууламж, мкг/л

Сорьц авсан Сорьц нэр	Mn	Cd	Ni	As	U	Sr	Mo	Se	Co	Al	Zn
MNS0900:2018	100	3	20	10	30	2000	70	40		500	5000
MNS 4586:98	100	5	10	10	30	-	250	10	10		10
Ар булаг-1	10	0.02	1.7	1.11	0.283	117	0.2	0.8	0.29	3286	48
Ар булаг-2, эх	<5	<0.01	1.1	0.39	0.724	257	0.1	1.3	0.08	15	6
Ар булаг-3	38	0.01	1.3	1.21	0.38	172	0.4	0.7	0.45	2129	7
Ар булаг-4	6	<0.01	0.8	1.11	0.399	180	0.2	0.8	0.29	1617	<5
Ар булаг-5	<5	0.02	0.7	1.21	0.467	178	0.3	0.9	0.25	1566	<5
Урт булаг-1	1077	0.01	38.5	0.19	0.018	357	<0.1	1.1	41.1	227	38
Урт булаг-2	781	0.02	19.2	0.34	0.028	371	<0.1	1	17.5	363	14
Урт булаг-3	529	<0.01	13.1	0.29	0.053	374	<0.1	1.2	4.46	258	<5
Урт булаг-4	140	0.02	8.7	0.3	0.075	387	<0.1	1	1.34	159	<5
Урт булаг-5	51	<0.01	7.2	0.29	0.039	404	<0.1	1.1	0.56	131	<5

Урт булгийн урсгалын дагууд никель 7.2-38.5 мкг/л буюу хамгийн их илэрсэн цэг нь үндсэн булгийн эх бөгөөд стандартаас 3.85 дахин их, манганы агууламж 51-1077 мкг/л буюу урсгалын дагууд буурсан үзүүлэлттэй, манганы агууламж нь “MNS4586:98 стандартад заасан хэмжээнээс 1.4-10.8 дахин их, цайрын агууламж нь >5-38 мкг/л илэрсэн ба Урт булгийн эхний 2 цэгт стандартад заасан хэмжээнээс 1.4-3.8 дахин их, кобальтын агууламж нь 0.56-41.1 мкг/л илэрсэн ба Урт булгийн эхний 2 цэгт стандартад заасан хэмжээнээс 1.8-4.1 дахин их, бусад бичил элементүүдийн хувьд уг стандартад заасан хэмжээнд байна.

Усны чанарын индекс:

Булгийн усны чанарыг бохирдлын индексээр үнэлэхдээ бохирдолтын 11 (ууссан хүчилтөрөгч, БХХ5, NH4+, ПИЧ, нийт азот, нийт фосфор, төмөр, фтор, манган, никель, хөнгөн цагаан) үзүүлэлтүүдийг сонгон авч аргагүйн дагуу тооцсон.

Судалгаанд хамрагдсан Ар булгийн усны бохирдолтын индексийн утга 1.26-1.56 буюу бүх цэг “Бага зэргийн бохирдолт”-той гэсэн ангилалд, Урт булгийн усны бохирдолтын индексийн утга 1.71-5.11 буюу “Бага зэргийн бохирдолт”-той ангиллаас “Их бохирдолт”-той гэсэн ангилалд тус тус хамаарч байна.

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Судлагдсан байдал: Эрдэнэтийн районы уст цэгүүд нэлээд сайн судлагдсан гэж үзэж болно. 1972-1974 онд ОХУ-н ПНИИИС хүрээлэнгийн экспедицийн хийсэн

гидрогеологийн эрчимтэй судалгаа, 2002-2003, 2011-2014 онуудад Эрдэнэт хот, түүний байгаль орчны төлөв байдлын судалгааг хуучнаар Геоэкологийн хүрээлэнгийн Экологийн судалгааны салбарын судлаачид, 2002 онд хийж гүйцэтгэсэн байна [3].

Тус районы гадаргын усыг бүрдүүлэгч голууд нь Эрдэнэт, Хангал, Говил, Зун, Урт, Чингэл, Орхон голууд юм. Усны ерөнхий эрдэсжилт улирлын байдлаас хамаарч Эрдэнэт гол (519-829 мг/л), Хангал (585 мг/л), Говил (503.5 мг/л) эрдэсжилт ихтэй харин Зуны голын хувьд дунд зэргийн (371.8 мг/л) эрдэсжилттэй байжээ. Бүх голын усанд анионуудаас гидрокарбонатын ион зонхилж (146.4-396.4 мг/л), хлорид ион (52.1-108.2 мг/л), катионуудаас кальцийн ион давамгайлж (52.1-108.2 мг/л), магнийн ион (16.9-56.2 мг/л) тус тус агуулагдаж анион, катионы харьцаа $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$, $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$ байсан байна. Харин Эрдэнэт голын усны анионуудаас сульфатын ион дангаараа давамгайлсан, анионы харьцаа $\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$ байжээ [4].

Геоэкологийн хүрээлэнгийн /хуучин нэрээр/ судлаачид ОУАЭА-ийн санхүүжилтээр 2005-2008 онд хэрэгжүүлсэн ИАЕА-ТС төсөл “Газрын доорх усны нас болон бохирдолт тодорхойлоход изотопийн аргыг хэрэглэх нь” төсөл, 2012-2014 онуудад хэрэгжүүлсэн “Дархан, Эрдэнэт хотуудын үйлдвэрийн районы усан орчны экотоксикологийн судалгаа” суурь судалгааны төслийн хүрээнд уулын баяжуулах Эрдэнэт үйлдвэрийн районы цооногууд, ус хангамжийн худгууд, нуур, шүүрлийн ус зэрэг уст цэгүүдийн сорьцод химийн иж бүрэн шинжилгээ хийсэн байдаг. Тус судалгаагаар Эрдэнэт голын ус харьцангуй их эрдэсжилттэй (дундаж эрдэсжилт 730 мг/л), хатуу (дундаж хатуулаг нь 7.20 мг-экв/л), бохирдолттой (NO_2 -0.3 мг/л), азотот нэгдлүүд болон зэс, никель зэрэг хүнд металлаар бохирдсон, химийн бүрэлдэхүүний хувьд сульфатын ион давамгайлах ба анионы харьцаа $\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$, катионы харьцаа $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+$ найрлагатай байжээ. Орхон голд цутгадаг голуудаас Хангал гол ганцаараа 3-р төрлийн устай байгаа нь Хангал голын усны чанар, найрлага нь Эрдэнэт хот, Уулын баяжуулах үйлдвэр, бусад үйлдвэр, аж ахуй нэгжүүд байгуулагдсанаас хойш хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг харуулж байна. Үйлдвэрийн хаягдлын нуур, түүний шүүрлийн ус нь сульфатын ион зонхилсон, давсархаг, хатуу устай байгаа бол үйлдвэрээс хамааралгүй газруудад байгаа уст цэгүүд нь гидрокарбонатын ангийн, харьцангуй эрдэс багатай ус байсан байна. Хүнд металлын шинжилгээгээр гадаргын усанд стронцийн агууламж харьцангуй өндөр, зарим цэгүүдэд ундны усны стандарт MNS 0900:2018 стандартаас (Sr-2мг/л)-ээс их агууламжтай илэрч байжээ [2].

Шинжлэх Ухааны Академийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн нь “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-тай байгуулсан “Эрдэнэт үйлдвэрийн үйлдвэрлэлийн бүсийн хөрс, усны бохирдлыг тодорхойлох” судалгааны ажлыг 2020-2021 онд хийж гүйцэтгэсэн байна. Энэхүү судалгаагаар Эрдэнэт гол-1 цэгийн ус нь химийн найрлагын хувьд гидрокарбонатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 2-р төрлийн устай, анионоос гидрокарбонат (HCO_3^-) зонхилж анионы харьцаа $\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$, катионуудаас кальцийн ион зонхилж, катионы харьцаа $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+$ байжээ [4].

Бидний судалгаагаар Урт булгийн усны чанар, найрлага нь Эрдэнэт хот усны чанар, найрлагатай ерөнхийдөө төсөөтэй байна. Харин Ар булгийн ус нь Урт булгийн усны чанар, найрлагаас эрс ялгаатай, уулын тунгалаг цэнгэг, зөөлөн устай байна.

ДҮГНЭЛТ

Судалгааны ажлын хүрээнд Орхон аймгийн Баян-Өндөр сумын Говил, Баянцагаан багийн нутаг дэвсгэрт орших Ар болон Урт булгийн уснаас урсгалын дагууд нийт 10 сорьц авч, шинжилгээ хийж, дараах дүгнэлтийг гаргалаа.

1. Химийн бүрэлдэхүүнээр: Ар булгийн усны ионы харьцаа эхээс адаг хүртэл харьцангуй тогтвортой анионуудаас гидрокарбонатын ион дангаараа зонхилсон, катионуудаас бүх тохиолдолд кальцийн ион давамгайлсан, химийн бүрэлдэхүүний хувьд Ca-HCO_3 гэсэн найрлагатай, 1, 2-р төрлийн устай байна.
2. Урт булгийн ус нь Ар булгийн устай харьцуулахад чанар, найрлагын хувьд эрс ялгаатай, химийн бүрэлдэхүүний хувьд Ca-SO_4 гэсэн найрлагатай, 2-р төрлийн устай байна.
3. Ерөнхий химийн үзүүлэлтүүдээр: Эрдсийн хувьд: Ар булгийн үндсэн ундарга 280.9 мг/л буюу цэнгэг ангилалд, булгийн урсгалын дагууд усны эрдэсжилт 129.9-187.7 мг/л буюу нэн цэнгэг ангилалд, Урт булгийн усны эрдэсжилт 598-579.5 мг/л буюу бүгд цэнгэгдүү ангилалд тус тус хамаарч байна.
4. Хатуулгийн хувьд: Ар булгийн үндсэн ундаргын усны ерөнхий хатуулаг нь 3.02 мг-экв/л буюу зөөлөвтөр устай, түүний агууламж урсгалын дагууд 1.33-2.07 мг-экв/л буюу маш зөөлнөөс зөөлөн устай болон өөрчлөгдсөн байна. Урт булгийн усны ерөнхий хатуулаг нь урсгалын дагууд өссөн үзүүлэлттэй, 6.22-7.28 мг-экв/л буюу хатуувтраас хатуу устай ангилалд тус тус багтаж байна.
5. Бохирдолтын үзүүлэлтээр: Судалгаанд хамрагдсан нийт уст цэгээс 8 нь 80% нь аммонийн ионы бохирдолттой, 10% нь биологийн хэрэгцээт хүчилтөрөгчийн агууламж (БХХ-5), 40% нь перманганатын исэлдэх чанар, 20% нь фторын агууламжаараа гадаргын усны шаардлага хангахгүй, стандартад заасан хэмжээнээс давсан үзүүлэлттэй байна. Харин нитрат, нитритийн бохирдолт бага илэрцтэй, ууссан хүчилтөрөгч, нийт фосфорын агууламжууд нь дээрх стандартад заасан хэмжээнээс хэтрээгүй үзүүлэлттэй.
6. Бичил элементүүдийн шинжилгээгээр: Ар, Урт булгийн нийт уст цэгийн 3 цэгт (30%) цайрын агууламж стандартаас 1.4-4.8 дахин их, 3 цэгт (30%) никелийн агууламж стандартаас 1.3-3.9 дахин их, 4 цэгт (40%) манган нь стандартаас 1.4-10.8 дахин их, 2 цэгт (20%) кобальтын агууламж стандартад заасан хэмжээнээс 1.8-4.1 дахин их илэрсэн байна.
7. Усны чанарын индекс: Булгийн усны чанарыг бохирдолтын 11 үзүүлэлтүүдээр (ууссан хүчилтөрөгч, БХХ5, NH_4^+ , ПИЧ, нийт азот, нийт фосфор, төмөр, фтор, манган, никель, хөнгөнцагаан) аргазүйн дагуу тооцсон. Ар булгийн усны бохирдлын индексийн утга 1.26-1.56 буюу бүх цэг “Бага зэргийн бохирдолт”-той гэсэн ангилалд, Урт булгийн усны бохирдолтын индексийн утга 1.71-5.11 буюу “Бага зэргийн бохирдолт”-той ангиллаас “Их бохирдолт”-той гэсэн ангилалд тус тус хамаарч байна.

Талархал

Энэхүү судалгааны ажлыг санхүүжүүлсэн Орхон аймгийн Баян-Өндөр сумын “Байгаль Орчны”-ний хамт олонд талархсанаа илэрхийлье.

АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

- [1]. Даваа Г. “Монгол орны гадаргын усны горим, нөөц”. УБ., 2015 он.
- [2]. Мягмаржав.Б., Даваа.Г, “Монгол орны гадаргын ус”. УБ., 1999 он.

- [3]. Геоэкологийн хүрээлэн. (2008). Олон Улсын Атомын Энергийн Агентлагаас хэрэгжүүлсэн “Газар доорх усны нас болон бохирдолт тодорхойлоход изотопийн арга ашиглах” сэдэвт MON8006, IAEA-ТС төслийн тайлан.
- [4]. Геоэкологийн хүрээлэн. (2014). “Дархан, Эрдэнэт хотуудын үйлдвэрийн районы усан орчны экотоксикологийн судалгаа” суурь судалгааны төслийн тайлан.
- [5]. Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэн. (2021). “Орхон аймаг, Баян-Өндөр сумын нутагт орших “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-ын хөрс, усны бохирдлын судалгааны төсөл: 5/372-20” судалгааны ажлын тайлан.
- [6]. Ч.Жавзан. “Орхон голын сав газрын гидрохими”. УБ., 2011 он.
- [7]. Т.Булган. “Усны химийн шинжилгээний аргачлал” БОАЖЯам УБ., 2008 он. [8]. Г.Туваанжав. “Усны задлан шинжилгээний хими ба дүн боловсруулалт”, УБ., 2006 он.
- [9]. Стандарт хэмжил зүйн газар. “Усан орчны чанарын үзүүлэлт. Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандарт.
- [10]. Стандарт хэмжил зүйн газар. “Хүрээлэн буй орчин, эрүүл мэндийг хамгаалах аюулгүй байдал. Ундны ус эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ “MNS 0900:2018” стандарт.
- [11]. А.Баатарсүх, Л.Мягмарсүрэн, Д.Гэрэлчулуун, (1999). “Монгол зүүн өмнөд регионы газрын доорх усны фторын агууламж түүний тархалтын онцлог”. Усны бодлогын Хүрээлэн, судалгааны ажлын тайлан.
- [12]. V.Kimambo, P.Bhattacharya, F.Mtalo, J.Mtamba, A.Ahmad, “Fluoride occurrence in groundwater systems at global scale and status of defluoridation – State of the art”, Groundwater for Sustainable Development, Volume 9, October 2019, 100223, ISSN 2352-801X, <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100223>.

ТӨВ СУУРИН ГАЗРЫН УНДНЫ УСНЫ ЧАНАР, ФТОРЫН ХҮНИЙ ЭРҮҮЛ МЭНДЭД ҮЗҮҮЛЭХ ЭРСДЭЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ

Ц.Эрдэнэцэцэг*, З.Бямбасүрэн, Ж.Өнөрням, Б.Саранчимэг, Э.Ган-Эрдэнэ, С.Чинзориг, Д.Гэрэлт-Од, Т.Энхжаргал, Ч.Жавзан

*ШУА, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Усны нөөц, ус ашиглалтын салбар

*ORCID ID: 0000-0002-0983-3434,

*имэйл: erdenetsetsegts@mas.ac.mn

ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгаагаар Монгол орны төв суурин газрын ундны усны чанар, усны фторын агууламжийг тодорхойлж, фтороос үүдэлтэй хүний эрүүл мэндийн эрсдэлийг хүүхэд болон насанд хүрэгчдэд хор аюулын коэффициент (HQ)-оор тооцоолон үнэлэх зорилготой ажилласан. Газрын доорх усны чанар, найрлага болон фторын агууламж нь бүс нутгийн газарзүйн онцлог, гидрогеологи, геологи тогтоц, хөрс, чулуулаг, хурдас зэргээс шалтгаалан харилцан адилгүй байдаг. Ундны усны фторын агууламжийг батлагдсан стандарт арга, аргачлалын дагуу Nach (DR2800, DR1900) болон Thuramed спектрофотометр ашиглан тодорхойлж үр дүнг холбогдох стандарттай харьцуулан үнэлсэн бөгөөд фторын хавдрын бус өвчлөл үүсгэх эрсдэлийг АНУ-ын байгаль орчныг хамгаалах агентлаг (USEPA)-ийн стандарт аргын дагуу хор аюулын коэффициент (HQ)-ээр тооцсон. Судалгаанд 21 аймаг, 330 сумын төв, 9 дүүргийн унд ахуйд хэрэглэдэг 3392 уст цэг судалгаанд хамрагдсан. Үүнээс Орхон, Баянхонгор аймаг болон Хан-Уул дүүргийн усанд фторын агууламж тодорхойлоогүй. Нийт фторын агууламж тодорхойлсон 2637 уст цэгээс 611 уст цэг буюу 23.2% нь фторын агууламжаараа ундны усны MNS 0900:2018 стандартад (фтор 0.7-1.5 мг/л) заасан шаардлагыг хангаж байна. Харин 1689 уст цэг буюу 64% нь дээрх хэмжээнээс бага агууламжтай байна. Харин 337 уст цэг буюу 12.8% нь Дэлхийн эрүүл мэндийн байгуулган зөвлөмж болон Монгол улсын ундны MNS 0900:2018 стандартад (фтор 1.5 мг/л) заасан агууламжаас их байна. Нийт судалгаанд хамрагдсан цэгүүдийн хувьд фтороос шалтгаалсан хавдрын бус өвчлөл үүсгэх, хор аюулын коэффициент (HQ) нь насанд хүрэгчдийн хувьд 7.09%, хүүхдийн хувьд 9.78% нь HQ>1 ээс их байгаа нь фторын хордлогод орох, флюороз үүсэх эрсдэлтэй байна. Ялангуяа хүүхдэд эрсдэл үүсэх магадлал насанд хүрэгчдийнхээс илүү өндөр байна.

Түлхүүр үг: Газрын доорх ус, усны чанар, фтор, эрүүл мэндийн эрсдэл, флюороз

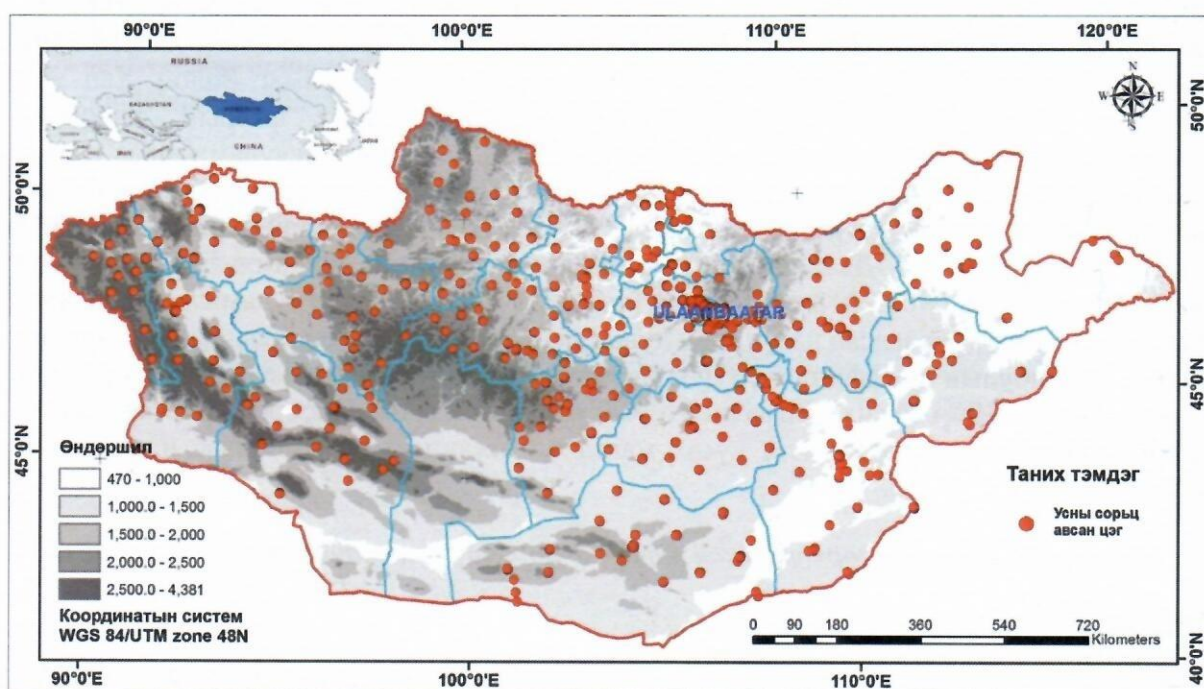
ОРШИЛ

Ус бол хязгаарлагдмал бөгөөд юугаар орлуулшгүй нөөц юм [1]. Хүний эрүүл саруул амьдрах нь уснаас хамааралтай болохоор усны нөөц, усны чанар нь хүний эрхийн үндсэн асуудал болдог [2]. Аюулгүй ундны усны хүртээмжийг сайжруулах нь эрүүл мэндийн бодит ашиг тусыг авчирдаг тул маш чухал юм. Тиймээс хүн төрөлхтний амьдралд аюулгүй ундны усны хангамж зайлшгүй шаардлагатай [3]. Гэсэн хэдий ч усны асуудал дэлхийн хэмжээнд, ялангуяа усны нөөц багатай орнуудад хурцаар тавигдаж байна. Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагын (ДЭМБ) мэдээлснээр хөгжиж буй орнуудын өвчлөлийн 80% нь устай холбоотой байдаг. Уснаас үүдэлтэй усаар дамждаг өвчин жил бүр 2.6 сая хүн нас бардаг гэсэн судалгаа байдаг [4]. Фтор ба хүнд металлууд нь ундны усны нийтлэг органик бус бохирдуулагч бөгөөд ундны усан дахь агууламжаасаа хамаарч дэлхийн аль ч бүс нутагт хүний эрүүл мэндэд нөлөөлдөг чухал хүчин зүйл юм [5]. Стандартын шаардлага хангахгүй ус удаан хугацаагаар хэрэглэх нь эрүүл мэндэд эрсдэл

учруулж болзошгүй нь юм. Газрын доорх усанд фтор (F)-ийн агууламж өндөр байх нь флюорит (CaF₂) болон бусад фтор агуулан эрдэс баялагтай холбоотой байх магадлалтай юм [6]. Ундны усанд фтор агуулагдах нь эрүүл мэндэд зарим талаар хэрэгтэй, шүд, ясны өсөлтийг дэмждэг боловч концентраци 1.5 мг/л дээд хязгаараас хэтэрсэн тохиолдолд аюултай [4]. Манай улс “Тогтвортой хөгжлийн үзэл баримтлал 2030”-ийн хүрээнд 2030 он гэхэд аюулгүй, баталгаат ундны ус хангамжийн үйлчилгээ хүртэж байгаа хүн амын эзлэх хувийг 90 хувьд хүргэхээр зорилт тавин ажиллаж байна [7]. Хүн амын унд, ахуйн усны чанарын асуудлыг авч үзэн, эхний ээлжид Монгол Улсын аймаг, сумын төв, суурин газруудын ундны усны химийн найрлага, микроэлемент, микробиологийн иж бүрэн судалгааны ажлыг 2019-2022 онд Хот, суурины ус хангамж, ариутгах татуургын ашиглалт үйлчилгээг зохицуулах зөвлөл болон Газарзүй-Геологийн хүрээлэн, Хими, Химийн технологийн хүрээлэн хамтран хийсэн. Энэхүү ажлын үр дүнгээр бид Монгол орны төв суурин газрын ундны усны фторын судалгаа болон фтороос үүдэлтэй хүний эрүүл мэндэд учруулах эрсдэлийг үнэлэх зорилго тавин ажилласан.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Судалгаа явуулсан талбай: Монгол Улсын 21 аймаг, 330 сумын төв, 9 дүүргийн унд ахуйд хэрэглэдэг 3392 худаг, уст цэгүүд (ус түгээх байр, шугам сүлжээний ус, төвлөрсөн системд холбогдсон ус түгээх байр, насос станц) хамрагдсан.



Зураг 1. Судалгаанд хамрагдсан худаг, уст цэгүүд

Хээрийн болон лабораторийн судалгааны аргазүй: Хээрийн судалгаагаар усны температур (T°C), усны орчин (pH), цахилгаан дамжуулах чадвар (ЦДЧ), нийт ууссан давс (TDS), исэлдэн ангижрах потенциал (ORP) зэрэг үзүүлэлтүүдийг Nash Multiparameter (HANNA HI 98195), булингарыг (HANNA HI 93703) зэрэг зөөврийн багажуудаар хэмжсэн. Үндсэн ионууд (Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻) болон ерөнхий хатуулаг, исэлдэх чанар (ПИЧ)-ыг, титрлэлтийн аргаар, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, Fe³⁺, SO₄²⁻, F⁻ ионуудыг спектрофотометр (DR2800, DR1900) багажаар тус тус шинжилж тодорхойлсон.



a. HI98195 Multiparameter b. Thuramed спектрофотометр Т60 c. Hach DR2800, DR1900 спектрофотометр

Зураг 2. Судалгаанд ашиглагдсан зарим багаж, хэрэглэгдэхүүн

Ундны усан дахь фтороос үүдэлтэй хүний эрүүл мэндийн эрсдэлийн тооцоо: Фтор нь байгалийн усанд чөлөөт ион хэлбэрээр агуулагддаг бөгөөд ерөнхийдөө эрдэс бодисыг уусгаснаар үүсдэг [8]. Усны бохирдуулагч бодисын эрсдэл нь залгих, арьсанд хүрэх гэсэн хоёр замаар дамждаг. Арьсанд өртөх зам нь амаар өртөх замтай харьцуулахад маш бага гэж тооцогддог [9]. Хүний эрүүл мэндийн эрсдэлийг насанд хүрэгч, хүүхэд гэсэн бүлгээр фторын агууламжаар тооцсон. Фтор хүний эрүүл мэндэд хорт хавдар үүсгэдэггүй учир хорт хавдар үүсгэдэггүй хүний эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээг АНУ-ын Байгаль орчныг хамгаалах агентлаг (USEPA 2017)-ийн аргын дагуу тооцсон [4]. Хорт хавдар үүсгэдэггүй буюу хавдрын бус өвчлөл үүсгэх эрсдэлийг хор аюулын коэффициент HQ нь 1-ээс бага байхыг хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөгүй гэж үздэг. Фторын хоруу чанарын коэффициент (RfD)-г АНУ-ын Байгаль орчныг хамгаалах агентлаг (USEPA 2018)-ийн гаргасан үр дүнгээр тооцсон [10].

$$CDI = \frac{(CW \times IR \times ED \times EF)}{BW \times AT} \quad (1)$$

$$HQ = \frac{CDI}{RfD} \quad (2)$$

CDI-хоногийн архаг тун, (мг/кгЧөдөр), CW-усан дахь бохирдуулагч бодисын концентраци (мг/л), IR-уух усны хэмжээ, (л/өдөр), EF-өртөх давтамж (365 хоног), ED-дундаж насжилт (жил), BW-биеийн дундаж жин (кг), AT-дундаж хугацаа (хоног), RfD-тухайн элементийн хоруу чанарын коэффициент, мг/кг-өдөр [10, 11].

Статистик болон үнэлгээний аргууд: Энэхүү судалгаанд SPSS21 программыг ашиглан нийт статистик шинжилгээнд ашигласан. Судалгааны ажлын үр дүнд боловсруулалт хийхдээ “Хүрээлэн буй орчин, эрүүл мэндийг хамгаалах аюулгүй байдал, Ундны ус эрүүл ахуйн шаардлага, түүнд тавигдах хяналт MNS 0900:2018 стандарт болон ДЭМБ (2017) зөвлөмж стандарттай тус тус харьцуулж үнэлэлт, дүгнэлт өгсөн [4,12].

ҮР ДҮН

Судалгаанд хамрагдсан 3392 уст цэгүүдийн 1142 уст цэг нь 21 аймгийн сум суурингаас, 2250 цэг нь Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн ус хамрагдсан. Судалгааны үр дүнгээс харахад нийт уст цэгийн 64.1% нь “Хүрээлэн буй орчин, эрүүл мэндийг хамгаалах аюулгүй байдал. Ундны ус эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ “MNS 0900:2018” стандартын шаардлага хангаж байгаа бөгөөд унданд шууд хэрэглэж боломжтой байна. Мөн түүнчлэн судалгаанд хамрагдсан нийт уст цэгийн 14% нь буюу 477 уст цэг нь микробиологийн үзүүлэлтүүдээрээ шаардлага хангахгүй байгаа бөгөөд эдгээрийг ариутгал халдваргүйжүүлэлт хийж, буцалгаж унданд хэрэглэх хэрэгтэй. Харин 17.8% нь нэмэлт тоног төхөөрөмж тавьж шүүж хэрэглэх уст цэг байна. Үлдсэн

Сонгинохайрхан дүүрэгт 10, Хан-Уул дүүрэгт 3 худаг уст стандартын шаардлага хангахгүй, унданд хэрэглэхэд тохиромжгүй байна.

Фторын агууламж: Фтор нь бие махбодид ашиг тустай хэдий ч бас хэт их агууламжтай байх нь хортой нөлөө үзүүлдэг. Шүдний флюороз, шүд шарлах, хөл, мөр өвдөх, яс мушгирах, гажиг үүсэх зэрэг хүндрэлүүд нь газрын доорх усан дахь фторын өндөр агууламжаас үүдэлтэй байдаг [9]. Судалгаагаар фторын агууламж Архангай аймагт (F 0.1-3.4 мг/л), Баян-Өлгий аймагт (F 0.0-0.75 мг/л), Булган аймаг (F 0.28-3.52 мг/л), Дархан-Уул аймаг (F 0.14-1.68 мг/л), Дорнод аймаг (F 0.0-3.7 мг/л), Дорноговь аймаг (F 0.04-4.68 мг/л), Дундговь аймаг (F 0.7-7.2 мг/л), Говь-Алтай аймаг (F 0.0-1.7 мг/л), Говьсүмбэр аймаг (F 0.5-3.6 мг/л), Хэнтий аймагт (F 0.2-3.2 мг/л), Ховд аймаг (F 0.17-2.2 мг/л), Хөвсгөл аймаг (F 0.0-4.3 мг/л), Сэлэнгэ аймагт (F 0.2-1.88 мг/л), Сүхбаатар аймагт (F 0.2-2.9 мг/л), Төв аймаг (F 0.2-2.5 мг/л), Өмнөговь аймагт (F 0-6.8 мг/л), Увс аймаг (F 0.0-2.42 мг/л), Өвөрхангай аймаг (F 0.0-3.9 мг/л), Завхан аймаг (F 0.1-2.9 мг/л) агууламжтай илэрсэн байна (Хүснэгт-1). Харин Орхон болон Баянхонгор аймгийн худгуудын усанд фторын агууламж тодорхойлоогүй байна.

Хүснэгт 1. Аймгууд болон дүүргийн ундны усны фторын статистик үзүүлэлт, мг/л

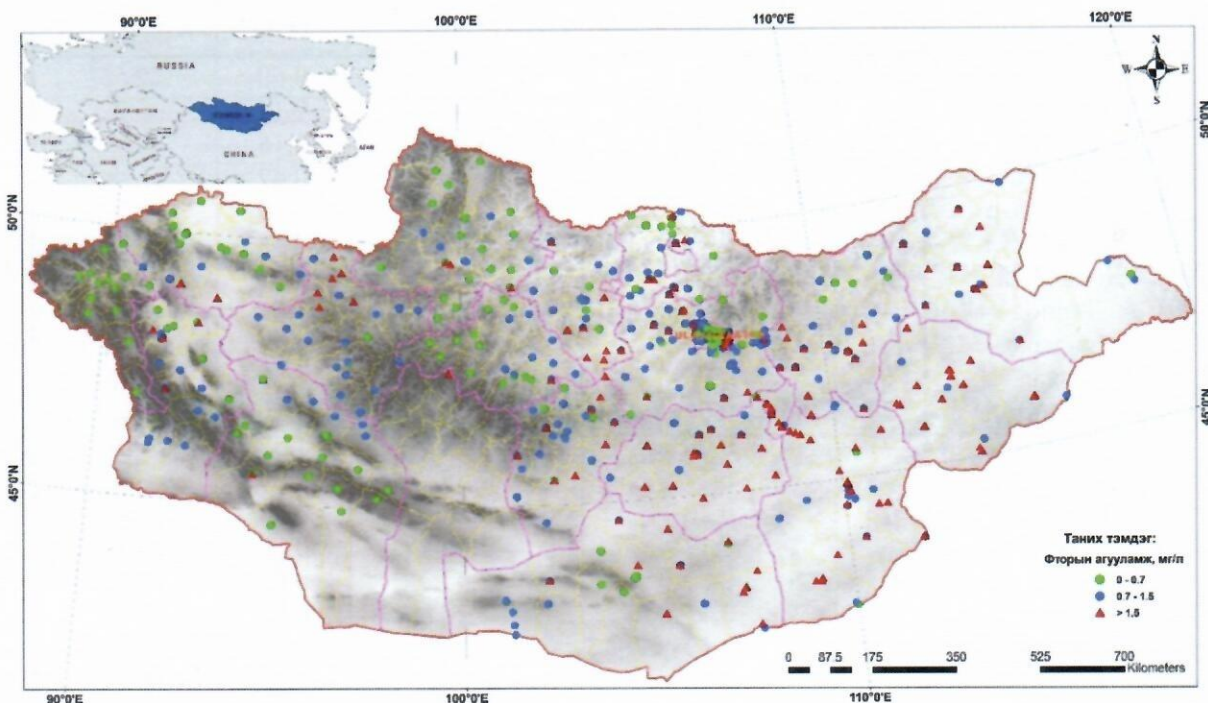
	N	Хамгийн бага утга	Хамгийн их утга	Дундаж	СТД. Хазайлт
Архангай	52	0.10	3.41	0.60	0.56
Баян-Өлгий	53	0.00	0.75	0.14	0.22
Булган	47	0.28	3.52	1.18	0.862
Говь-Алтай	54	0.00	1.66	0.47	0.382
Говьсүмбэр	22	0.49	3.62	2.09	0.72
Дархан-Уул	41	0.14	1.68	0.78	0.39
Дорноговь	60	0.04	4.68	2.31	1.17
Дорнод	48	0.04	3.74	1.61	0.94
Дундговь	61	0.70	7.20	2.23	1.11
Завхан	61	0.06	2.92	1.23	0.631
Өвөрхангай	54	0.00	3.86	1.10	0.801
Өмнөговь	71	0.00	6.85	1.57	1.76
Сүхбаатар	48	0.19	2.88	1.85	0.71
Сэлэнгэ	70	0.20	1.88	0.94	0.49
Төв	80	0.17	2.46	0.88	0.50
Увс	77	0.00	2.42	0.62	0.75
Ховд	64	0.17	2.20	0.83	0.42
Хөвсгөл	55	0.00	4.30	0.57	0.68
Хэнтий	73	0.15	3.19	1.20	0.72
Багануур	51	0.15	2.14	0.73	0.44
Багахангай	14	0.92	1.32	1.12	0.15
Баянгол	196	0.00	3.80	0.30	0.34
Баянзүрх	275	0.00	1.7	1.18	0.65
Налайх	168	0.33	3.38	1.15	0.73
Сонгинохайрхан	478	0.30	2.34	0.54	0.28
Сүхбаатар	139	0.02	0.85	0.20	0.18
Чингэлтэй	290	0.23	1.50	0.38	0.18

Монгол улсын хамгийн их фторын агууламж өндөртэй аймагт Дундговь 7.2 мг/л болон Өмнөговь 6.85 мг/л илэрсэн нь “Хүрээлэн буй орчин, эрүүл мэндийг хамгаалах аюулгүй байдал. Ундны ус эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ “MNS

0900:2018”стандарт болон ДЭМБ 2017 стандартад фтор 1.5 мг/л байх ёстой гэж заасан хэмжээнээс 4.38-4.8 дахин их байна.

Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн хувьд Багахангай дүүргээс бусад нь фторын агууламж багатай, фторын агууламж нь “Хүрээлэн буй орчин, эрүүл мэндийг хамгаалах аюулгүй байдал. Ундны ус эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ “MNS 0900:2018”стандартад хамгийн багадаа 0.7 мг/л байх ёстойгоос Багануур 56.8%, Баянгол 95.9%, Налайх 34.5%, Баянзүрх 94.5%, Сонгинохайрхан 80.7%, Сүхбаатар 97.1%, Чингэлтэй 91.7% нь стандартаас бага агууламжтай байна.

Судалгаанд 21 аймаг, 330 сумын төв, 9 дүүргийн унд ахуйд хэрэглэдэг 3392 уст цэг судалгаанд хамрагдсан. Үүнээс Орхон, Баянхонгор аймаг болон Хан-Уул дүүргийн усанд фторын агууламж тодорхойлоогүй. Нийт фторын агууламж тодорхойлсон 2637 уст цэгээс 611 уст цэг буюу 23.2% нь фторын агууламжаараа ундны усны MNS 0900:2018 стандартад фтор (0.7-1.5 мг/л) гэж заасан шаардлагыг хангаж байна. Харин 1689 уст цэг буюу 64% дээрх хэмжээнээс бага агууламжтай байна. Харин 337 уст цэг буюу 12.8% нь Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагын зөвлөмж болон Монгол улсын ундны MNS 0900:2018 стандартад заасан агууламжаас их байна (Зураг 4).



Зураг 4. Судалгаанд хамрагдсан ундны усны фторын агууламж, мг/л

Фторын хавдрын бус өвчлөл үүсгэх эрсдэлийн үнэлгээ: Энэхүү судалгаанд насанд хүрэгчид, хүүхэд гэсэн насны бүлгүүдэд фтороос үүдэлтэй хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх хавдрын бус өвчлөл үүсгэх эрсдэлийн үнэлгээг тооцсон (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Хор аюулын коэффициент (HQ)

Аймаг	HQ	ХБУ	ХИУ	Эрсдэлтэй хувь (%), HQ>1
Архангай	Хүүхэд	0.056	1.89	3.84
	Насанд хүрэгч	0.048	1.62	1.92
Баян-Өлгий	Хүүхэд	0.00	0.417	-
	Насанд хүрэгч	0.00	0.357	-

Булган	Хүүхэд	0.15	1.95	25.5
	Насанд хүрэгч	0.13	1.67	14.8
Говь-Алтай	Хүүхэд	0.00	0.922	-
	Насанд хүрэгч	0.00	0.79	-
Говьсүмбэр	Хүүхэд	0.272	2.01	72.7
	Насанд хүрэгч	0.233	1.72	40.9
Дархан	Хүүхэд	0.078	0.93	-
	Насанд хүрэгч	0.066	0.8	-
Дорноговь	Хүүхэд	0.022	2.60	60
	Насанд хүрэгч	0.019	2.20	55
Дорнод	Хүүхэд	0.022	2.07	35.4
	Насанд хүрэгч	0.019	1.78	31.2
Дундговь	Хүүхэд	0.389	4.0	55.7
	Насанд хүрэгч	0.33	3.42	45.9
Завхан	Хүүхэд	0.033	1.62	16.3
	Насанд хүрэгч	0.029	1.39	14.7
Өвөрхангай	Хүүхэд	0.00	2.14	14.8
	Насанд хүрэгч	0.0	1.83	11.1
Өмнөговь	Хүүхэд	0.0	3.26	23.9
	Насанд хүрэгч	0.0	3.80	23.9
Сүхбаатар	Хүүхэд	0.106	1.60	58.3
	Насанд хүрэгч	0.09	1.37	41.6
Сэлэнгэ	Хүүхэд	0.11	1.04	7.14
	Насанд хүрэгч	0.095	0.90	-
Төв	Хүүхэд	0.094	1.36	6.25
	Насанд хүрэгч	0.081	1.17	3.75
Увс	Хүүхэд	0.0	1.34	11.6
	Насанд хүрэгч	0.0	1.15	5.19
Ховд	Хүүхэд	0.094	1.22	4.68
	Насанд хүрэгч	0.081	1.04	1.56
Хөвсгөл	Хүүхэд	0.0	2.39	3.63
	Насанд хүрэгч	0.0	2.05	1.81
Хэнтий	Хүүхэд	0.083	1.77	20.5
	Насанд хүрэгч	0.071	1.51	15

Дээрх хүснэгтээс харахад Баян-Өлгий, Говь-Алтай, Дархан аймгуудын ундны усны фторын агууламж бага, фторын эрсдэлийн үнэлгээгээр $HQ < 1$ гараагүй буюу фтороос хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх эрсдэл байхгүй байна. Сэлэнгэ аймгийн хувьд насанд хүрэгчид хор аюулын коэффициент $HQ < 1$ гараагүй буюу эрсдэлгүй, хүүхдүүдийн хувьд 7.14% нь $HQ > 1$ их гарсан буюу эрсдэлтэй ангилалд байна. Хүүхдүүдийн хоногт уух усны хэмжээг 1 литр гэж авсан. Фтороос үүдэлтэй хүний эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээгээр насанд хүрэгчидтэй харьцуулахад бохирдуулагчийн сөрөг нөлөөнд хүүхэд өртөх хувь өндөр байна. Хамгийн их фторын химийн хордлогод орох, эрсдэл учруулах аймагт Говьсүмбэр, Дорноговь, Дундговь аймаг орж байна. Нийт судалгаанд хамрагдсан цэгүүдийн хувьд фтороос шалтгаалсан хавдрын бус өвчлөл үүсгэх хор аюулын коэффициент (HQ) нь насанд хүрэгчдийн 7.09%, хүүхдийн хувьд 9.78% нь $HQ > 1$ ээс их байгаа нь фторын хордлогод орох, флюороз үүсэх эрсдэлтэй байна. Ялангуяа насанд хүрэгчдээс илүү хүүхдэд эрсдэл үүсэх магадлал өндөр байна. Энэ нь хүүхдийн өдөрт уух усаар авах тунгийн хэмжээ, биеийн жин зэргээс хамаардаг.

ДҮГНЭЛТ

Судалгаанд хамрагдсан 3392 уст цэгүүдийн 1142 уст цэг нь 21 аймгийн сум суурингаас, 2250 цэг нь Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн ус хамрагдсан. Үүнээс Орхон, Баянхонгор аймаг болон Хан-Уул дүүргийн усанд фторын агууламж тодорхойлоогүй. Нийт фторын агууламж тодорхойлсон 2637 уст цэгээс 611 уст цэг буюу 23.2% нь фторын агууламжаараа ундны усны MNS 0900:2018 стандартын шаардлага хангаж байна. 1689 уст цэг буюу 64% нь стандартад заасан хэмжээнээс бага агууламжтай байна. 337 уст цэг буюу 12.8% нь Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагын зөвлөмж болон Монгол улсын ундны MNS 0900:2018 стандартад заасан агууламжаас их байна. Фторын агууламж их байгаагаас шалтгаалж шүдний паалан задрах, үе мөч болон нурууны саажилт, дотор муухайрах, суулгах, шохойжилтоос үүдэлтэй цусны эсүүд гэмтэх, мэдрэлийн эмгэг, яс хугарах, бамбай булчирхайн үйл ажиллагаа алдагдах, бөөрний чулуу үүсэх зэрэг гаж нөлөө үзүүлэх магадлалтай байдаг байна. Баян-Өлгий, Говь-Алтай, Дархан-Уул аймгууд болон Улаанбаатар хотын Чингэлтэй, Сонгинохайрхан, Сүхбаатар, Баянгол, Баянзүрх дүүргийн ундны усны фторын агууламж бага, фторын эрсдэлийн үнэлгээгээр $HQ < 1$ бага буюу фтороос үйдэлтэй хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх эрсдэл байхгүй байна. Нийт судалгаанд хамрагдсан цэгүүдийн хувьд фтороос шалтгаалсан хавдрын бус өвчлөл үүсгэх хор аюулын коэффициент (HQ) нь насанд хүрэгчдийн хувьд 7.09%, хүүхдийн хувьд 9.78% нь $HQ > 1$ ээс их байгаа нь флюороз үүсэх эрсдэлтэй байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Zakir, H. M., Sharmin, S., Akter, A., & Rahman, M. S. (2020). Assessment of Health Risk of Heavy Metals and Water Quality Indices for Irrigation and Drinking Suitability of Waters: A Case Study of Jamalpur Sadar Area, Bangladesh. *Environmental Advances*, 2, Article ID: 100005. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2020.100005>
- [2]. Li, Z., Yang, Q., Yang, Y., Xie, C., Ma, H., 2020b. Hydrogeochemical controls on arsenic contamination potential and health threat in an intensive agricultural area, northern China. *Environ. Pollut.* 256, 113455 <https://doi.org/10.1016/j>.
- [3]. Mohammadi, A. A., Zarei, A., Majidi, S., Ghaderpoury, A., Hashempour, Y., Saghi, M. H., Alinejad, A., Yousefi, M., Hosseingholizadeh, N., & Ghaderpoori, M. (2019). Carcinogenic and Non-Carcinogenic Health Risk Assessment of Heavy Metals in Drinking Water of Khorramabad, Iran. *MethodsX*, 6, 1642-1651.
- [4]. WHO, (2017). WHO guidelines for drinking-water quality, 4th Ed. World Health Organization, Geneva.
- [5]. Golaki, M., Azhdarpoor, A. Mohamadpour, A., Derakhshan, Z., & Conti, O.G. (2022). Health Risk Assessment and Spatial Distribution of Nitrate, Nitrite, Fluoride, and Coliform Contaminants in Drinking Water Resources of Kazerun, Iran. *Environmental Research*, 203, Article ID: 111850. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111850>
- [6]. Qasemi, M., Afsharnia, M., Farhang, M., Ghaderpoori, M., Karimi, A., Abbasi, H., et al., 2019. Spatial distribution of fluoride and nitrate in groundwater and its associated human health risk assessment in residents living in Western Khorasan Razavi, Iran. *Desalin. Water Treat.* 170, 176–186. <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.24691>.
- [7]. П. Батимаа “Монголын усны форум-ус хэлц” ТББ, 2013. “Шаардлага хангасан ба шаардлага хангаагүй ус хангамж, ариун цэврийн байгууламжийн үнэлгээний тайлан” Монгол улсын аймаг, нийслэл, дүүрэг, сумын дүн.
- [8]. Li, P., Wu, J., Qian, H., Lyu, X., & Liu, H. (2014). Origin and Assessment of Groundwater Pollution and Associated Health Risk: A Case Study in an Industrial Park, Northwest China. *Environmental Geochemistry and Health*, 36, 693-712. <https://doi.org/10.1007/s10653-013-9590-3>

- [9]. Shirke KD, Kadam A, Pawar NJ. "Human and Ecological Risk Assessment: An International Health risk assessment and prevalence of fluoride in groundwater around the geological diversity of Ambadongar South Gujarat, India". *Hum Ecol Risk Assess An Int J* 0:1–20. Published online: 16 Dec 2020. <https://doi.org/10.1080/10807039.2020.1858270>.
- [10]. USEPA (United States Environmental protection Agency), "2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories" EPA 822-F-18-0018, Office of Water U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC, 2018.
- [11]. Chen J, Wu H, Qian H, Gao Y (2017) Assessing nitrate and fluoride contaminants in drinking water and their health risk of rural residents living in a semiarid region of Northwest China. *Expo Health* 9(3):183–195. <https://doi.org/10.1007/s12403-016-0231-9>.
- [12]. Монгол Улсын стандарт, 2018. "Ундны ус эрүүл ахуйн шаардлага, түүнд тавих хяналт MNS 0900:2018".

БОГДХАН ТӨМӨР ЗАМЫН ТРАССЫН ДАГУУХ ЦЭВДГИЙН СУДАЛГААНЫ ЗАРИМ ҮР ДҮН

Г.Цогт-Эрдэнэ*, Г.Уламбаяр, А.Саруулзаяа, Б.Батзориг, Н.Нандинцэцэг

ШУА, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн
**email: tsogterdeneg@mas.ac.mn*

ХУРААНГУЙ

Бид энэхүү өгүүлэлдээ Богдхан төмөр замын трассын дагуу Монгол орны цэвдгийн тархалтын зурагт тохиолдлын тархалттай зурагдсан 38 км зурвас хэсэгт хийсэн цэвдгийн нарийвчилсан судалгааны зарим үр дүнг оруулав. Тус судалгааны хүрээнд цахилгаан эсэргүүцлийн томографын 79 хэмжилт хийж, 47 цэг дээр цооног өрөмдөж, цэвдэг илэрсэн цооногт температурын хэмжилт хийж гүйцэтгэв. Рашаант өртөө орчимд өрөмдсөн 11 цооногоос 240 м урттай ТЗ-08 зүсэлтийн 140 м-т өрөмдсөн 8-р цооногийн 7 м-ийн гүнээс цэвдэг илэрсэн. Тус цооногийн 7 м-ийн гүний цэвдгийн температур - 0.011°C байв. Рашаант өртөө орчимд хийсэн цахилгаан эсэргүүцлийн томографын хэмжилтийн утгыг өрөмдлөгийн мэдээтэй харьцуулан 10-80 ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсэг нь шавар, шавранцар, 80-200 ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсэг нь элс, элсэнцэр, 200-400 ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсэг нь элсэн чигжээстэй хайр хайрга, 400 түүнээс дээш ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсэг нь цэвдэг чулуулаг гэж авч үзэв. Цэвдэгт үе давхаргын зузаан дунджаар 12–16 м байна. Энэ хэсэгт тархсан цэвдэг нь алаг цоог, арал хэлбэрийн тархалттай бөгөөд температурын хувьд харьцангуй дулаан, мөсний агууламж багатай байв.

Түлхүүр үг: дулаан цэвдэг, цахилгаан эсэргүүцлийн томограф

ОРШИЛ

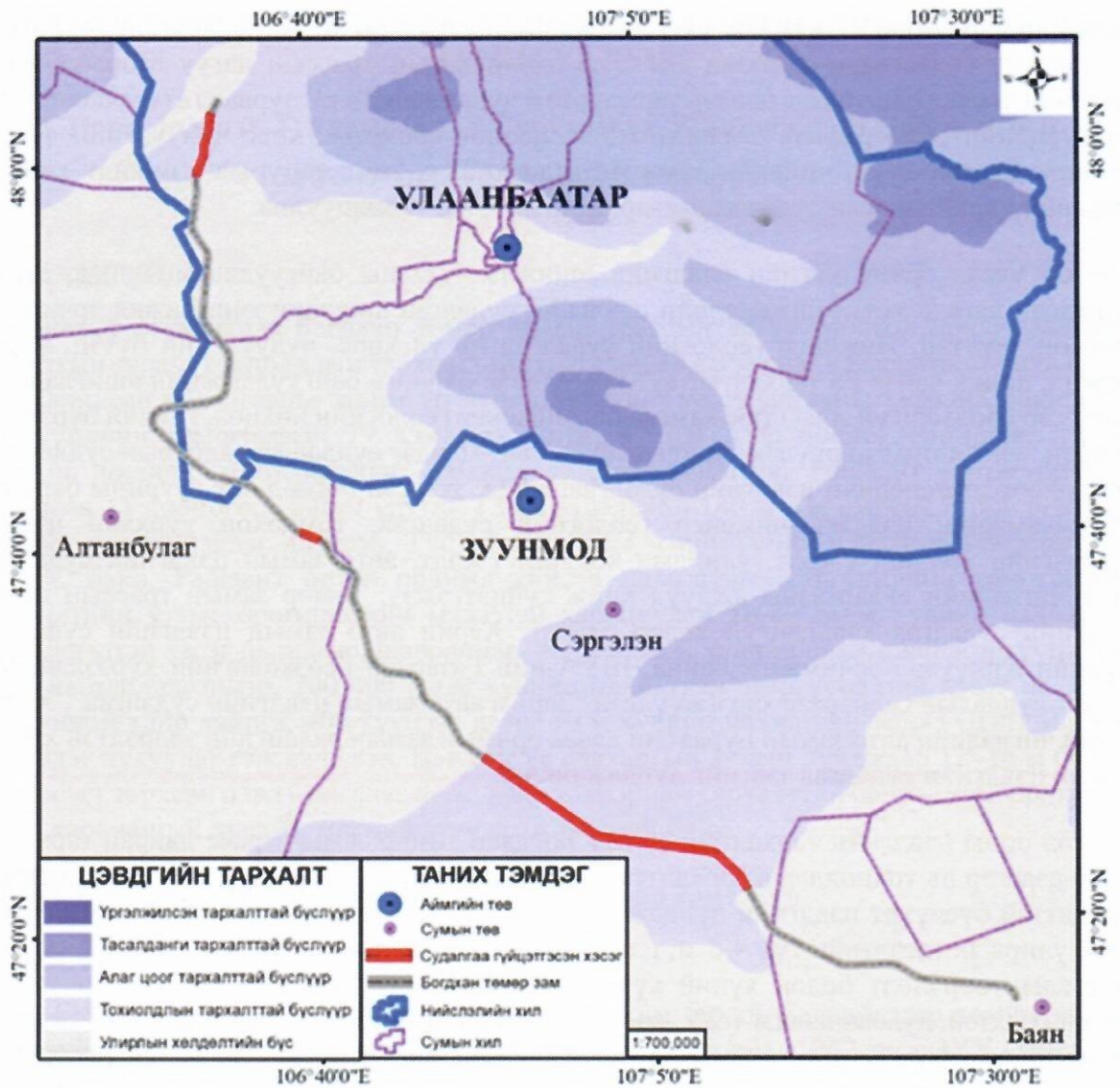
ОХУ, БНХАУ-ыг холбосон 1111 км урт гол шугам бүхий Улаанбаатар төмөр зам нь Евроазийн төмөр замын сүлжээний хамгийн дөт зам юм. 1952 онд ЗХУ, БНМАУ, БНХАУ-ын гуравласан хэлэлцээрт гарын үсэг зурсны үр дүнд 1956 онд БНМАУ-ын нутаг дэвсгэрээр дамжин ОХУ-аас БНХАУ руу аялах төмөр замын шууд харилцааг нээжээ. Дамжин өнгөрөх галт тэрэгний тоо 2017 онд 539 байсан бол 2020 онд 2312 бол өссөн байна. 2021 оны байдлаар Монгол Улсын экспорт, импортын нийт ачаа тээврийн 63.49 хувийг төмөр замын тээвэр эзэлж дээд хэмжээнд хүрчээ [1]. Улаанбаатар төмөр замын галт тэрэгний хөдөлгөөн нийслэл Улаанбаатар хотын дундуур өнгөрөх учир зам тээврийн ачаалалд тодорхой хэмжээний нөлөө үзүүлдэг. Энэхүү ачааллыг бууруулах үүднээс дамжин өнгөрөх болон экспорт, импортын галт тэргийг нийслэл хотоор өнгөрүүлэхгүйгээр Төв аймгийн Баян өртөөнөөс баруун хойд зүг чиглүүлэн Богдхан уулын урдуур тойруулан Рашаант өртөө хүртэл 136 км үргэлжлэх “Богдхан төмөр замын трасс” байгуулахаар төлөвлөж, баримт бичгүүд боловсруулсан байна. “Богдхан” төмөр замыг барьж байгуулах талаар “Монгол Улсын Засгийн газрын 2016-2020 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөр”, “Монгол Улсын тогтвортой хөгжлийн үзэл баримтлал-2030” болон “Монгол Улсын эдийн засгийг сэргээх хөтөлбөр”-т тус тус тусгасан байна [2].

Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 29.3 хувьд үргэлжилсэн, тасалданги, алаг цоог хэлбэрээр цэвдэг тархжээ[3]. Уур амьсгалын өөрчлөлт болон хүний хүчин зүйлийн нөлөөгөөр мөсжилт ихтэй, дулаан цэвдэг (-2°C-ээс дээш температуртай)-тэй бүсэд цэвдэг эрчимтэй алдарч, тухайн газарт барьсан хатуу хучилттай зам, төмөр зам, замын байгууламжид суулт, гажилт ихээр үүсгэж байна[4]. Монгол улсын зам далангийн бүтээн байгуулалтын

ажил эрчимтэй өрнөж байгаа боловч инженерийн цэвдгийн судалгаа хангалтгүй байна. Бид энэхүү судалгааны хүрээнд Богдхан төмөр замын трассын дагуу Монгол орны цэвдгийн тархалтын зурагт цэвдэг тархсан гэж зурагдсан 38 км зурвас газарт цахилгаан эсэргүүцлийн томографын хэмжилт хийж, цооног өрөмдөж, хөрс чулуулгийн физик механик бүрэлдэхүүн, чийгийн хэмжээг тодорхойлж, температурын хэмжилт хийсэн цэвдгийн нарийвчилсан судалгааны зарим үр дүнгээс танилцуулна.

Монгол улсад орчин цагийн цэвдгийн шинжлэх ухааны байгууллагын үндэс суурь тавигдсан цагаас эхлэн инженерийн цэвдгийн судалгаа шинжилгээний ажил эрчимтэй өрнөсөн түүхтэй. Инженер геологийн судалгаа нь ул хөрс, чулуулгийн бүтэц, үүсэл хөгжил, шинж чанар ба тархалтыг судлах, аливаа барилга байгууламжийн ашиглалтын явцад гарч болзошгүй эрсдэлээс хамгаалах, инженер геологийн нөхцөл, түүний бүрэлдэн тогтсон зүй тогтлыг илрүүлэх зорилготой байдаг. Цэвдэг судлалын салбарын судлаачид 1960 оноос инженерийн цэвдгийн судалгааг хийж эхэлсэн бөгөөд хот суурины барилга байгууламжийн цэвдэгт инженер геологийн судалгаа, томоохон уурхайн цэвдэг чулуулгийн хөлдөлт гэсэлт, улирлын хөлдөлт гэсэлт, авто замын цэвдгийн судалгаа зэрэг чиглэлийн судалгааны ажлууд хийж гүйцэтгэжээ. Төмөр замын трассын дагуу цэвдгийн судалгаа харьцангуй ховор байдаг. Харин авто замын цэвдгийн судалгаа сүүлийн жилүүдэд эрчимжиж байна. ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Цэвдэг судлалын салбараас хэрэгжүүлсэн “Зарим авто замын цэвдгийн судалгаа”, Ховд-Өлгий чиглэлийн авто замын Бураатын даваа орчмын замын далангийн эвдрэлтэй хэсэгт хийсэн цэвдгийн судалгаа зэргийг дурдаж болно.

Монгол орны цэвдгийн тархалтын зурагт Богдхан төмөр замын трасс дайран гарч буй нутаг дэвсгэр нь тохиолдлын тархалттай бүслүүрт багтаж байна (Зураг 1). Тохиолдлын тархалттай бүслүүрт цэвдгийн дундаж зузаан 10-20 м, цэвдэг тархсан байх магадлал 1 хувь, улирлын гэсэлтийн гүн 4-5 м, цэвдгийн температурын утга 0°C – 1°C байна. Уур амьсгалын өөрчлөлт болон хүний хүчин зүйлийн нөлөөгөөр дэлхийн улс орнуудын мөсжилт ихтэй, дулаан цэвдэг (-2°C -ээс дээш температуртай)-тэй бүсэд цэвдгийн алдрал эрчимтэй явагдаж, тухайн газарт баригдсан барилга байгууламж, авто болон төмөр зам, замын байгууламжид суулт, деформаци ихээр үүсэж, цэвдгээс үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл нэмэгдэж байна. Энэхүү сөрөг нөлөөллөөс үүсэх эрсдэлийг урьдчилан тооцож, цэвдгийн нарийвчилсан судалгаа хийж түүнд тохирсон дэвшилтэт арга технологи ашигласнаар эдийн засаг хэмнэлт гаргах чухал ач холбогдолтой. Жишээ нь Баян-Өлгий аймгийн нутагт Бураатын давааны цэвдэгтэй бүсэд баригдсан хатуу хучилттай авто замд цэвдгийн сөрөг нөлөөллөөс урьдчилан сэргийлэх зорилгоор далангийн хийцэд орчин үеийн дэвшилтэт технологийг нэвтрүүлсэн сайн туршлага бий.



Зураг 1. Богдхан төмөр замын трассын дагуух цэвдгийн тархалт

АРГА АРГАЧЛАЛ

Ул хөрсний чийг тодорхойлох лабораторийн арга

Судалгааны талбайд өрөмдсөн цооногийн ул хөрсний үе тус бүрээс хөнгөн цагаан саванд дээж авна. Чийгтэй хөрс чулуулгийн дээжээ техникийн жинд жигнэж, жинг тодорхойлж, 100-105°C-ийн халуунтай хатаах шүүгээнд хийж 5-6 цаг байлгана. Ингэж хатаасан дээжээ техникийн жингээр жигнэж жинхэнэ хуурай жинг тодорхойлно.

Ул хөрсний чийгийг дараах томъёогоор тодорхойлно (Томьёо 1).

$$W = \frac{g_1 - g_2}{g_1 + g_0} \times 100\% \quad (1)$$

g_1 - нойтон хөрстэй савны жин, гр

g_2 - хатаасны дараах хуурай хөрстэй савны жин, гр

g_0 - савны жин, гр

Ул хөрсний ширхгийн бүтцийг шигшүүрийн аргаар лабораторийн нөхцөлд стандартын шигшүүрээр дээжийг хатааж шигшинэ. Задлан шинжилгээний үр дүнг хүснэгтээр илэрхийлнэ.

Гэсэлтийн чөлөөт суултыг цэвдэг илэрсэн ул хөрсний дээжийг цилиндр хэлбэртэй бэлдэж, хэмжүүр бүхий саванд хийж, тасалгааны температурт гэсгээнэ. Ингэж гэсэлтийн чөлөөт суулт болон мөсний агууламжийн эзлэх хувийг тодорхойлдог (Зураг 2).



Зураг 2. Гэсэлтийн чөлөөт суулт хэмжигдэж буй нь

Цахилгаан эсэргүүцлийн томографын арга

Геофизикийн цахилгаан хайгуулын арга нь хөрс чулуулгийн цахилгаан эсэргүүцлийн физик хэмжигдэхүүнийг тодорхойлж, хувийн цахилгаан эсэргүүцэл (Ом) Ω -ын утгаар хөрс чулуулгийн тархалтыг тодорхойлно.

$$Pt = K \frac{\Delta U}{J} (2)$$

Үүнд: Pt- Цахилгаан эсэргүүцэл (Ом),

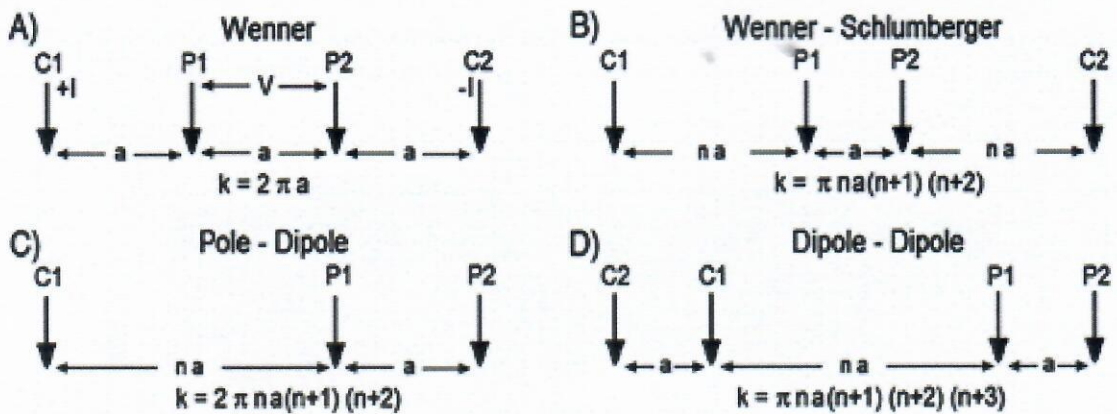
K-Геометрийн итгэлцүүр,

ΔU -Потенциалын ялгавар (мВ),

J-Гүйдлийн хүч (мА).

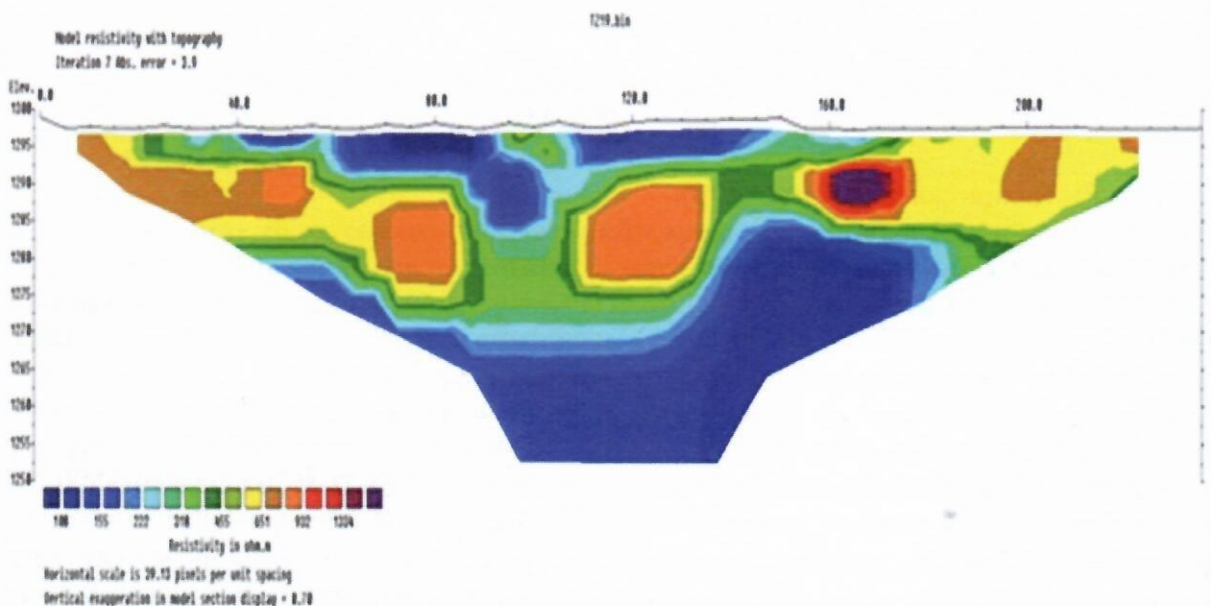
Геофизикийн цахилгаан хайгуулын хэмжилтийн өгөгдлийг тусгай программ хангамжийн тусламжтайгаар боловсруулж, инверсийн зүсэлтийг зураг хэлбэрээр үр дүн болгон гаргадаг [5]. Энэхүү аргаар 5-80 м гүний өнгөн хурдсанд тархсан цэвдгийн тархалтыг нарийн тодорхойлоход ашиглана. Цахилгаан эсэргүүцлийн аргачлал нь харьцангуй эртний геофизикийн аргачлалуудын нэг болно [6]. Цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжилт нь газрын гадарга дээрээс газрын гүний хөрсний эсэргүүцлийн тархалтыг тодорхойлдог. Хөрс чулуулгийн цахилгаан эсэргүүцэл нь геологи орчны эрдэс чулуулаг, ус чийг, нүх сүвшилт, усаар ханасан байдал зэргээс хамаарч харилцан адилгүй байна. Цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжилтийг гидрогеологи, уул уурхай, геотехник, байгаль орчин зэргийн судалгаанд өргөн хэрэглэдэг [7].

Цахилгаан томограф нь цахилгаан эсэргүүцэл болон албадмал туйлшралын аргыг хослуулан хоёр хэмжээстээр зураглах арга юм. Цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжилтийн өгөгдлийг тусгай программ хангамжуудын тусламжтайгаар боловсруулж инверсийн зүсэлтийн зураг хэлбэрээр үр дүнг гаргадаг (Зураг 3).



Зураг 3. Геофизикийн аргууд

Уг хэмжилтийг Франц улсад үйлдвэрлэсэн “IRIS INSTRUMENTS” компанийн SYSCAL R1+ болон SWITCH PRO багажуудыг ашиглан хийв. Судалгааны төрөл, зорилгоос хамааран дамжуулагч гадас хоорондын алхмыг 1-5 м хүртэл тохируулж, хэдий хэмжээний гүнийг хамарсан хэмжилт хийхээ тогтоно. Мөн Веннер, Веннер-Шлюмбержер, Поле-диполе, Диполе-диполе, Поле-поле зэрэг хэмжилтийн аргууд байдгаас энд Веннер-Шлюмбержерийн аргыг хэрэглэв (Зураг 4). Цахилгаан эсэргүүцлийн томографын зургийг Res2Dinv программын тусламжтайгаар өндрийн утга оруулж, инверсийн боловсруулалт хийв. Тухайн зүсэлт дээр орших цооног, өрөмдлөгийн мэдээгээр хөрс чулуулаг, цэвдгийн идэвхтэй давхарга зэргийн хил заагийг ялган зураглахад лавлах мэдээлэл болгон ашиглав.



Зураг 4. Веннер-Шлюмбержерийн аргыг ашигласан геофизикийн зүсэлт

Хуурай өрөмдлөгийн арга

Цооног өрөмдөх механикжсан арга нь газрын царцдас дахь чулуулгийг цохилтот, эргэлтэт аргаар эвдэн хэмхэлж, бутлах тул цохилтот, эргэлтэт өрөмдлөгийн арга гэж ангилдаг. Эргэлтэт өрөмдлөгийн онцлог нь өрөмдлөгийн явцад цооногийн ёроолд бий болсон чулуулгийн хэмхдэсний үе давхаргыг холихгүйгээр гаргадаг. Эргэлтэт өрөмдлөгийг кернтэй, кернгүй өрөмдлөг гэж ангилна. Кернтэй өрөмдөхөд цооногийн ёроол цагариг хэлбэртэй өрөмдөж голд нь керн буюу “чөмгөн дээж” бий болно[8].

Бид энэхүү судалгаанд хөрсний дээж авах зорилгоор хуурай өрөмдлөгийн аргаар хийсэн. Богдхан төмөр замын трассын дагуу геофизикийн хэмжилт хийж, хэмжилтийн үр дүнг баталгаажуулах зорилгоор 5.0 м гүнтэй 44 цооног, 10.0 м гүнтэй 3 цооног, нийт 47 цооногт өрөмдлөгийн ажил гүйцэтгэсэн. Ул хөрс чулуулгийн тархалт, байршил, шинж чанарын талаар инженер-геологийн бичиглэл хийх, ул хөрсний шинж чанарыг лабораторид тодорхойлох дээж авах зорилгоор өрөмдлөгийн ажлыг 127-159 мм-ийн диаметртай, 50 м хүртэл гүн өрөмдөх хүчин чадалтай УГБ-001-12А, УГБ-1ВС маркийн өрмийн төхөөрөмжөөр эргэлтэт өрөмдлөгөөр өрөмдөж, инженер-геологийн бичиглэл тэмдэглэл, ул хөрсний дээж авах ажлуудыг гүйцэтгэв (Зураг 5).



Зураг 5. Цооног өрөмдөж буй нь.

Температурын хэмжилтийн арга

Судалгааны талбайн сонгосон цэгүүдэд цооног өрөмдөж хэмжилт хийхээр PVC хоолойгоор тоноглоно. Өрөмдөж PVC хоолойгоор тоногдсон цооногийн температурыг АНУ-ын Onset компанид үйлдвэрлэсэн НОВО U12-008 загварын алдааны нарийвчлал (± 0.1) хувьтай температур бичигч төхөөрөмж ашиглан, цооногуудын шаталсан гүнүүдэд тодорхой хугацааны давтамжтай хэмждэг(Зураг 6). Тэдгээр тоон мэдээг НОВОware программ хангамжийн тусламжтайгаар тооцоолуурт боловсруулж, цэвдгийн температурын төлөв байдлыг тооцоолох арга юм. НОВО U12-008 загварын температур хэмжигч нь дөрвөн мэдрэгчтэй учраас дөрвөн төвшний хэмжилтийг нэг багажаар хийх боломжтой юм.

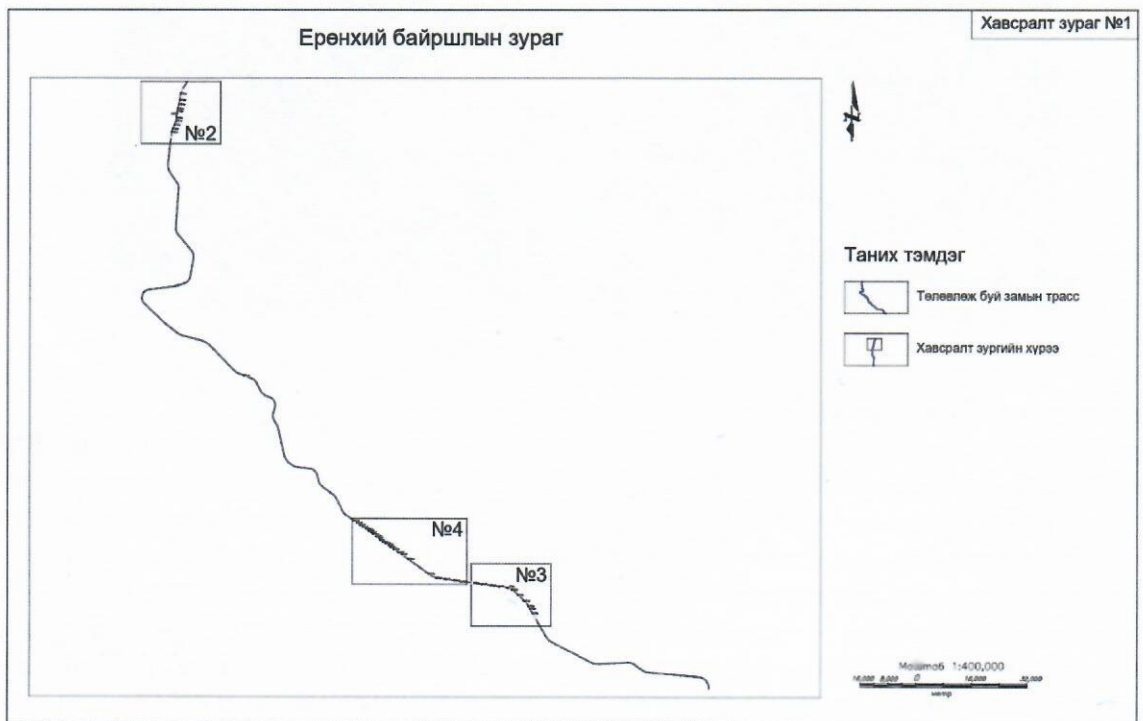
Энэхүү аргыг хэрэглэснээр цэвдгийн идэвхтэй давхаргын зузаан, цэвдгийн төлөв байдлыг тодорхойлдог.



Зураг 6. Температур хэмжигч

ҮР ДҮН

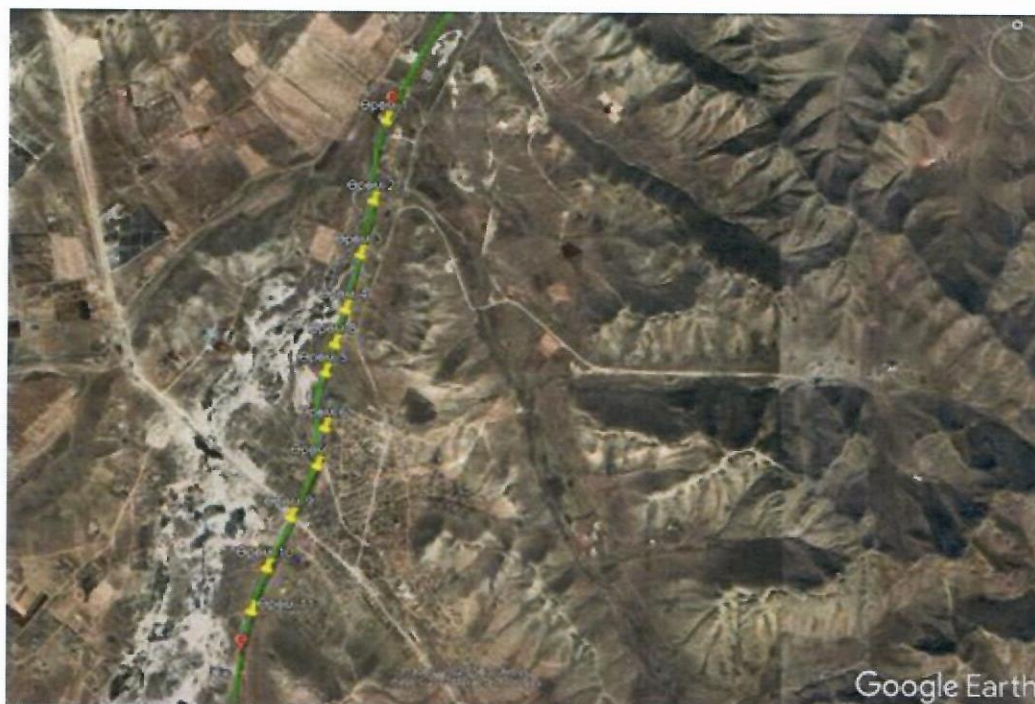
Рашаант өртөө орчим, Хөшигтийн хөндий орчмын Бүхэгийн хөндийн чийг намгархаг хэсэг, Нүхэн гарц гаргах Давааны хэсэг, Баян голын хөндий гэсэн нийт 4 зурваст хэмжилт судалгаа хийснээс зөвхөн Рашаант өртөө орчимд(№2) цэвдэг илэрсэн (Зураг 7).



Зураг 7. Судалгаа хийсэн зурвас хэсгүүд

Эдгээр зурвас хэсгүүдээс зөвхөн цэвдэг илэрсэн хэсгийн үр дүнг дэлгэрүүлж авч үзье. Цэвдэг чулуулаг илэрсэн Рашаант өртөөний хэсэгт трассын дагуу 240-370 м уртыг хамарсан цахилгаан эсэргүүцлийн томографын хэмжилт 18 удаа, трассыг хөндлөн

зүссэн 240 м урттай цахилгаан эсэргүүцлийн томографын зүсэлт 3 удаа нийт 21 удаа зүсэлт хийж, 11 цэгт цооног өрөмдсөн(Зураг 8).



Зураг 8. Геофизикийн хэмжилт өрөмдлөг хийсэн цэг, зурвас

Эдгээр 11 цооногоос зөвхөн 8-р цооногт өрөмдлөгөөр цэвдэг илэрсэн. Эргэлтэт өрөмдлөгөөр 7.6 м гүнээс цайвар шаргал өнгөтэй, хөлдүү байдалтай, гэсэх үедээ хагас хатуугаас урсамтгай уян налархай консистенцтэй, делюви-пролювийн гаралтай(**dpQ₂₋₃**) элсэнцэр ул хөрс бүхий цэвдэг илэрсэн байна. Цооногт хобо логгероор температур хэмжихэд 7 м-ийн гүнээс цэвдэг эхэлж байна. Тухайн цооногийн 4 түвшний гүнээс дээж авч байгалийн чийгийг лабораторийн нөхцөлд тодорхойлсон (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Байгалийн чийг

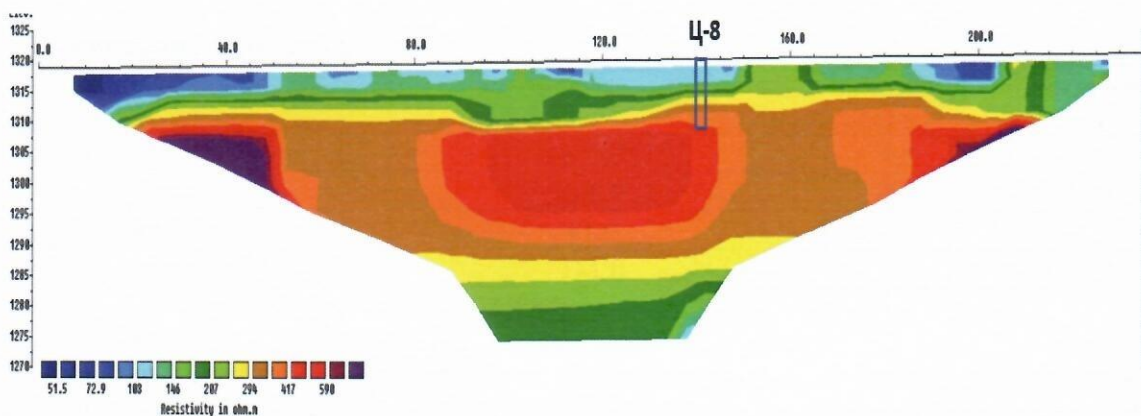
Цооногийн дугаар	Дээж авсан гүн (м)	Байгалийн чийг (W)	Ул хөрсний нэр
Ц-8	2.5	0.054	Элсэн чигжээстэй хайрга
Ц-8	3.5	0.091	Элсэнцэр
Ц-8	7	0.14	Шавранцар
Ц-8	8.5	0.141	Элсэнцэр

Цэвдэгт агуулагдаж буй мөсний агууламжийг эзлэх хувиар нь бага(0-10), дунд(10-20), их(20-хувиас дээш) гэж гурав хувааж авч үздэг. Монгол орны цэвдэгт бүс нутгийн ихэнх хэсэг мөсний агууламж багатай бүсэд хамаардаг.

Цэвдэг илэрсэн 8-р цооногийн 4 түвшний гүнээс дээж авч ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг лабораторийн нөхцөлд тодорхойлсон (Хүснэгт 2).

№	Цооног	Дээж авсан гүн (м)	Ширхэгийн бүрэлдэхүүн (%)										
			Том хайрга	Жижиг хайрга		Элсэрхэг хэсэг		Тоосорхог хэсэг					Шавар
				> 10,0	10,0-5,0	5,0-2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,01	
1	Ц-8	2.5	14.6	17.1	18.7	11.4	7.1	10.9	3.2	8.7	4.3	1.5	2.4
2	Ц-8	3.5	0	0	0	0	9.6	22.7	15	13.5	16.8	7.2	15.2
3	Ц-8	7	0	0	0	0	9.6	12.1	8.1	13.1	25.7	8.9	22.5
4	Ц-8	8.5	3	5.4	6.4	2.5	6	11.8	8.6	18.8	20.1	3.4	14.1

Рашаант өртөө орчим ТЗ-08 зүсэлт: Төмөр замын трассын энэхүү зурваст 11 цооног өрөмдөхөд зөвхөн 8-р цооногоос цэвдэг чулуулаг илэрсэн. Энэ хэсэг нь төмөр замын далангийн хойд талд, налуу багатай, дэрс бут бүхий хэсэг. Хужир мараатай, жижиг нуурууд бүхий хөндийн зах хэсэг юм. Цахилгаан эсэргүүцлийн томографын хэмжилтийн утгыг өрөмдлөгийн мэдээтэй харьцуулан 10-80 ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсэг нь шавар, шавранцар, 80-200 ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсэг нь элс, элсэнцэр, 200-400 ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсэг нь элсэн чигжээстэй хайр хайрга, 400 түүнээс дээш ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсэг нь цэвдэг чулуулаг гэж авч үзэв. Цэвдэгт үе давхаргын зузаан дунджаар 12–16 м байна (Зураг 8).



Зураг 8. Геофизикийн 8-р зүсэлт

Температурын хэмжилтийн үр дүн

Геофизикийн ТЗ-08 зүсэлтийн 140 м-т өрөмдсөн цооногийн 7 м-ийн гүнээс цэвдэг илэрсэн. 7 м-ийн гүний цэвдгийн температур -0.011°C байв (График 5). Цэвдгийн температур 0 хэмд ойр, харьцангуй дулаан цэвдэг болох нь хэмжилтээс харагдаж байна. Түүнчлэн мөсний агууламж лабораторийн шинжилгээгээр 10 хувиас бага болох нь

тодорхойлогдсон. Ийм мөсний агууламж багатай цэвдэг нь инженерийн барилга байгууламжид үзүүлэх сөрөг нөлөө багатай байдаг.

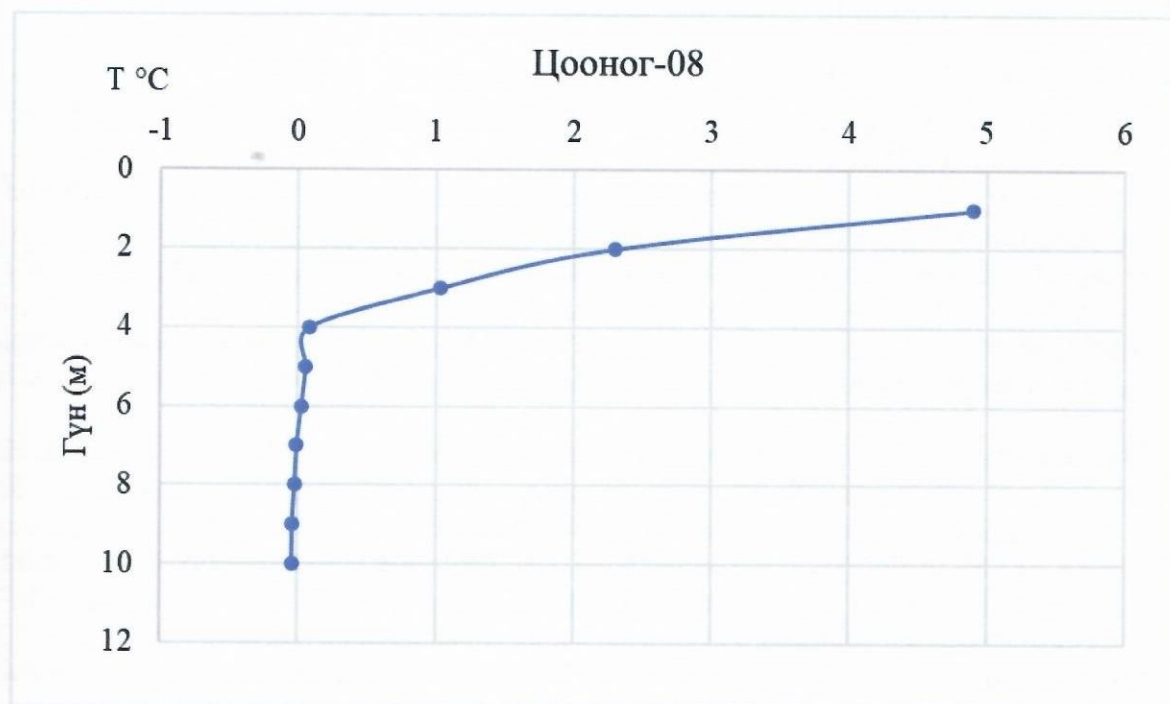


График 1. Цооногийн температурын муруй

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Төмөр замын трассын дагуу цэвдгийн судалгаа ховор байдаг. Сүүлийн жилүүдэд хийсэн авто замын дагуух цэвдгийн судалгаа нэмэгдэж байна. 2021 онд Газарзүй- Геоэкологийн хүрээлэнгийн Цэвдэг судлалын салбарын судлаачид Ховд- Өлгий чиглэлийн авто замд хийсэн цэвдгийн судалгаагаар Бураатын даваа орчимд тархсан цэвдэг нь мөсний агууламж их 30%-аас дээш, идэвхтэй давхаргын зузаан 2-3 м, цэвдгийн зузаан 30-40 м орчим болохыг тогтоосон. Үргэлжилсэн болон тасалданги тархалттай бүслүүрийн цэвдэг нь мөсний агууламж ихтэй учир инженерийн барилга байгууламжид үзүүлэх сөрөг нөлөө ихтэй. Тохиолдлын тархалттай бүслүүр цэвдэг тархах магадлал 1% байдаг учраас цэвдэг тархсан хэсгийг илрүүлэх нь нэлээд хүндрэлтэй байдаг. Рашаант өртөө орчимд илэрсэн цэвдэг нь мөсний агууламж бага(10%-аас бага), температурын хувьд дулаан цэвдэг учраас инженерийн байгууламжид нөлөөлөх нөлөөлөл багатай юм. Энэ хэсэгт цаашид цэвдгийн температурын урт хугацааны хяналт мониторинг хийх шаардлагатай гэж үзэж байна.

ДҮГНЭЛТ

Богдхан төмөр замын трассын 38 км газарт хийсэн цэвдгийн нарийвчилсан судалгаанд Рашаант өртөө, Бүхэгийн хөндий, Даваа, Баяны хөндий гэсэн 4 хэсэг зурвас нийт 79 удаагийн геофизик, 47 удаагийн өрөмдлөг хийснээс зөвхөн Рашаант өртөө орчимд өрөмдлөгөөр цэвдэг илрэв. ТЗ-08 зүсэлтийн 140 м-т өрөмдсөн цооногийн 7 м-ийн гүнээс цэвдэг илэрсэн. 7 м-ийн гүний цэвдгийн температур -0.011°C байв. Рашаант өртөө орчмын ТЗ-6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 19, 20, 21-р геофизикийн зүсэлтийн дагуу цэвдэг тархсан байх боломжтой. Цэвдгийн идэвхтэй давхарга харьцангуй гүнээс эхэлж байна. Цахилгаан эсэргүүцлийн утгаас харахад мөсжилт багатай цэвдэг болох нь тодорхой байна. Ц-8-ийн 7 м-ийн гүнээс цэвдэг илэрсэн хэдий ч Богдхан төмөр замын трассын

хажууд төмөр зам баригдсан бөгөөд уг төмөр замын даланд гэсэлт, суулт өгөөгүй хэвийн нөхцөлтэй байгаа нь тухайн газарт тархсан цэвдэгт ул хөрс нь инженерийн байгууламжид сөрөг нөлөөлөл багатай болох нь батлагдаж байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Төмөр замын тээврийн үндсэн үзүүлэлт. Статистикийн үндэсний хороо. 2021 он. <https://www.1212.mn/>
- [2] Монгол улсын тогтвортой хөгжлийн үзэл баримтлал-2030. 13-р хуудас. Монгол Улсын Их Хурлын 2016 оны 19 дүгээр тогтоолын хавсралт
- [3] Жамбалжав Я. "Монгол орны цэвдгийн тархалт, өөрчлөлт". УБ.: Колорфул ХХК, 2016 он. 1-80 х.
- [4] Shane M. Ferrell, 2010. "Rail Embankment Stabilization on Permafrost - Global Experiences", Report of Civil/Railroad Designer Hanson Professional Services. 1-25 pp.
- [5] Loke, M.H., 2011. Electrical resistivity surveys and data interpretation. In Gupta, H (ed), Solid Earth Geophysics Encyclopaedia (2nd Edition) "Electrical & Electromagnetic" Springer-Verlag, 276-283.
- [6] Loke, M.H., et al., 2011a. Instrumentation, electrical resistivity. In Gupta, H (ed), Solid Earth Geophysics Encyclopaedia (2nd Edition) "Electrical & Electromagnetic" Springer-Verlag, 599-604.
- [7] Loke, M.H., et al., 2013a. Recent developments in the direct-current geoelectrical imaging method. Journal of Applied Geophysics, 95, 135-156.
- [8] Монгол Улсын норм норматив. Өрөмдлөгийн багажийн норм, 2002

ОЮУ ТОЛГОЙ УУРХАЙН ХҮДРИЙН ХАЯГДАЛ ХАДГАЛАХ БАЙГУУЛАМЖ2-ЫН СУУРИЙН СУДАЛГАА

А.Эрдэнэцэцэг*, Ш. Энхманлай**, Б.Эрдэмцацралт**, О.Нарангэрэл**

*ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар,

**“Эн Си Си Эс” ХХК

ХУРААНГУЙ

2020 оны 02 сараас 10 сар хүртэл Оюу Толгой компанийн захиалгаар Австрали улсын АТСWilliams компанийн инженерүүдийн удирдамжийн дагуу Эн Си Си Эс (NCCS) ХХК нь Хүдрийн хаягдал хадгалах байгууламж2 (ТС2) -ын гидрогеологи, геотехникийн шинж чанарыг тодорхойлох зорилгоор уг судалгааг хийв. Ялангуяа шаварлаг хөрсний гүн болон бат бэхийн шинж чанарыг нарийвчлан тодорхойлох шаардлагатай байсан.

Судалгааны ажилд 29 км геофизикийн хэмжилт, 24 конус нэвтрэлтийн туршилт (СРТu), 62 цооног, 84 ухалт, малталт хийж, нийт 140 дээж авч, лабораторийн туршилт хийн, тайлан боловсруулах, дүгнэлт, зөвлөмж өгөх зэрэг ажлууд хийгдсэн. Гидрогеологийн ажлын хувьд Piteau Associates нь АТСW-ын зааврын дагуу пьезометрийн багаж (VWP) –ийг суурилуулах болон нэвчилтийн туршилтыг гүйцэтгэж талбай дээр ажилласан. COVID 19 цар тахлаас шалтгаалан олон улсын аялал жуулчлал зогсож Австрали улс руу илгээсэн механик туршилтын дээжүүдийн үр дүнгүүд ирээгүй байгаа боловч урьдчилсан дүгнэлтээс харахад ТС2-ын суурийн талбайд 7 төрлийн инженер геологийн элемент тархсан болохыг тодорхойлсон.

Түлхүүр үг: хаягдлын далан, геотехникийн шинж чанар, суурийн судалгаа, шавар

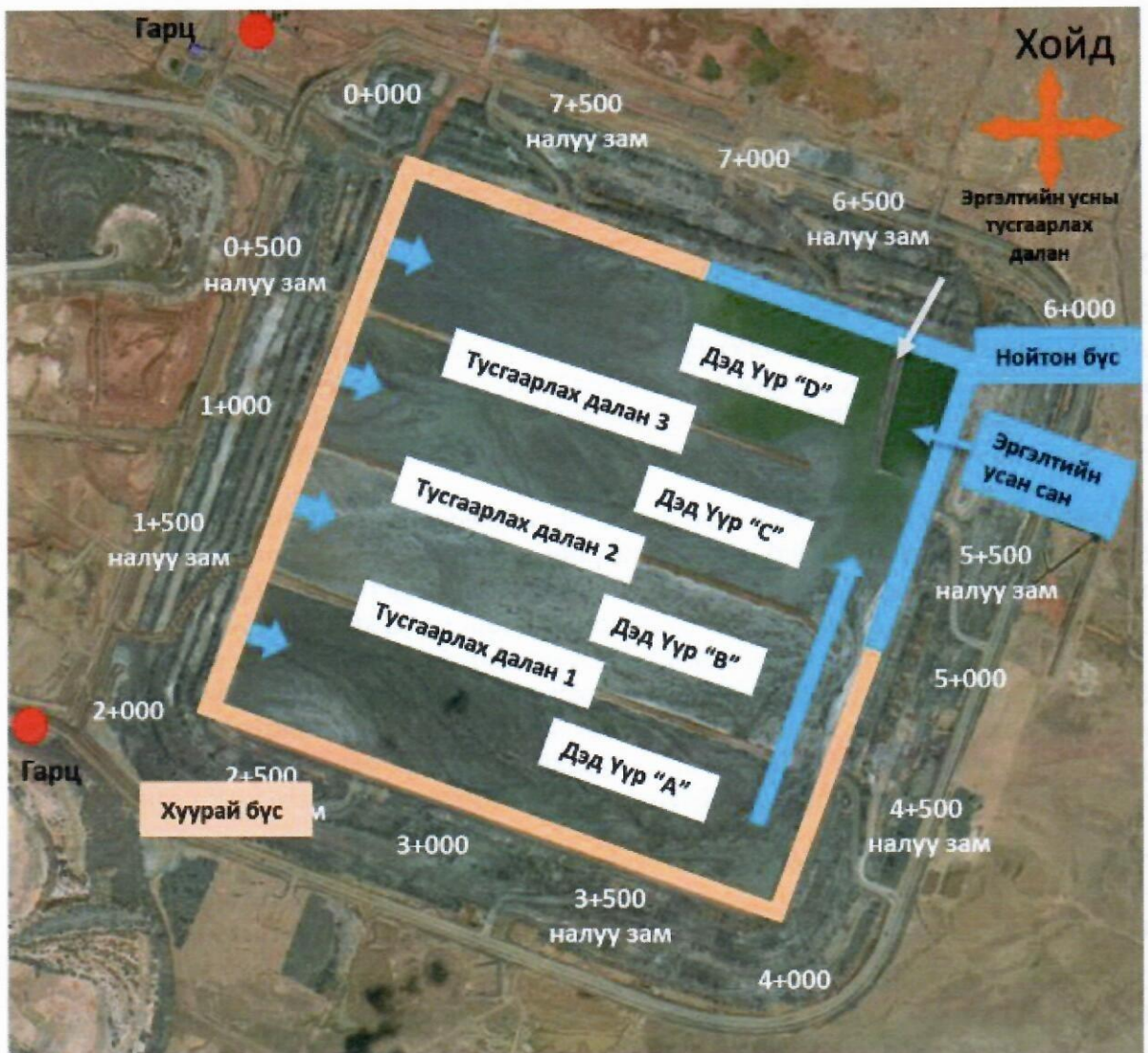
ОРШИЛ

2011 оноос хойш баяжуулах үйлдвэрээс тасралтгүй ирэх хүдрийн хаягдлыг хадгалах байгууламжийг (ТС1) барьж байгуулан одоог хүртэл ашиглаж байгаа ба энэ нь нийт 70м өндөртэй, 4км² талбай бүхий 360 сая тонн хаягдал агуулах багтаамжтай байгууламж юм (зураг1) .

2023 онд байх ёстой хэмжээндээ хүрч, цаашид хаягдал асгах боломжгүй болсон тул хаягдал хадгалах байгууламж 2 (ТС2)-ын ажлын зургийн шатны инженер геологийн судалгааг хийх шаардлагатай болсон.

Шинээр төлөвлөж буй ТС2-ын байршил нь одоо байгаа далан (ТС1) –аас чанх хойшоо (зураг2) бөгөөд ТС1 нь ил уурхайгаас ойролцоогоор зүүн тийш 1.6 км зайд оршино. ТС2-ыг ТС1-ын хойд далантай нийлүүлэн барих бөгөөд ТС2-ын урд далан болгон ашиглах юм.

ТС2 суурийн газрын гадаргуу нь ерөнхийдөө зүүн урд зүгт налуу байгаа бөгөөд бэлчээрийн ургамлаар бага зэрэг хучигдсан. Аллювийн хурдаснууд илэрсэн бөгөөд эдгээрийг газар доорх устай гидравлик холбоотой гэж үзэж байна.



Зураг 1. Далангийн байгууламж –TC1

Оюу Толгой уурхайн TC1, TC2-ын зураг төсөл боловсруулах, төлөвлөхөд зориулж хийсэн өмнөх геотехникийн судалгааны үр дүнгээс харахад Цэрдийн галавын шавар хөрс дээр 3м хүртэлх гүнтэй эолийн болон голын элс, хайрга илэрсэн. Үүний дор өгөршсөн хад чулуу буюу ихэнхдээ туф, алевролит ба риолит тархсан байна.



Зураг 2. TC1 болон TC2 байршил

АРГА АРГАЧЛАЛ

Геофизикийн судалгаа

Геофизикийн судалгааг 2020 оны 6,7 сард TC2-ын хүрээнд G&DS компани (ОТ-ын туслан гүйцэтгэгч) “Геофизикийн давтамж-домайны цахилгаан соронзон (FDEM) ба цахилгаан эсэргүүцлийн зураглал” -ын аргаар (ERI) хийж гүйцэтгэсэн.

Тус ажлын зорилго нь аллювийн хөрс, шаварлаг хөрсний тархалтын хэмжээг үнэлэх, TC2-ийн цаашдын ашиглалтын явцад нэвчилт бий болох болон нүх сүвний даралт ихсэх бүсийг зохицуулах зориулалттай тусгаарлагч хана байгуулах талбайнуудыг тодорхойлоход оршино.

16 FDEM судалгаа, 18 ERI хөндлөн огтлолыг багтаасан нийт 29 км судалгааны шугамыг гүйцэтгэсэн.



Зураг 3. Геофизикийн судалгааны талбай

Нэвчилтийн судалгаа (СРТu).

2020 оны 2,3 сард ConeТес ХХК нь ТС2-ийн төлөвлөсөн талбай болон эргэн тойронд (зураг4) нийт 24 конус нэвтрэлтийн туршилт (СРТu) болон гурван газар хөдлөлтийн конус нэвтрэлтийн туршилт гүйцэтгэсэн (SCРТu).

Тус ажлын зорилго нь ул хөрсний шинж чанар, суурийн материалын бат бөх, нэгэн төрлийн байдал, нүх сүвний усны даралт, ан цав, хоосон орон зайн мэдээллийг тодорхой өгдөг.

Конус нэвтрэлтийн туршилтыг талбай дээр ASTM D5778-12 олон улсын стандартын дагуу хийсэн (зураг5).

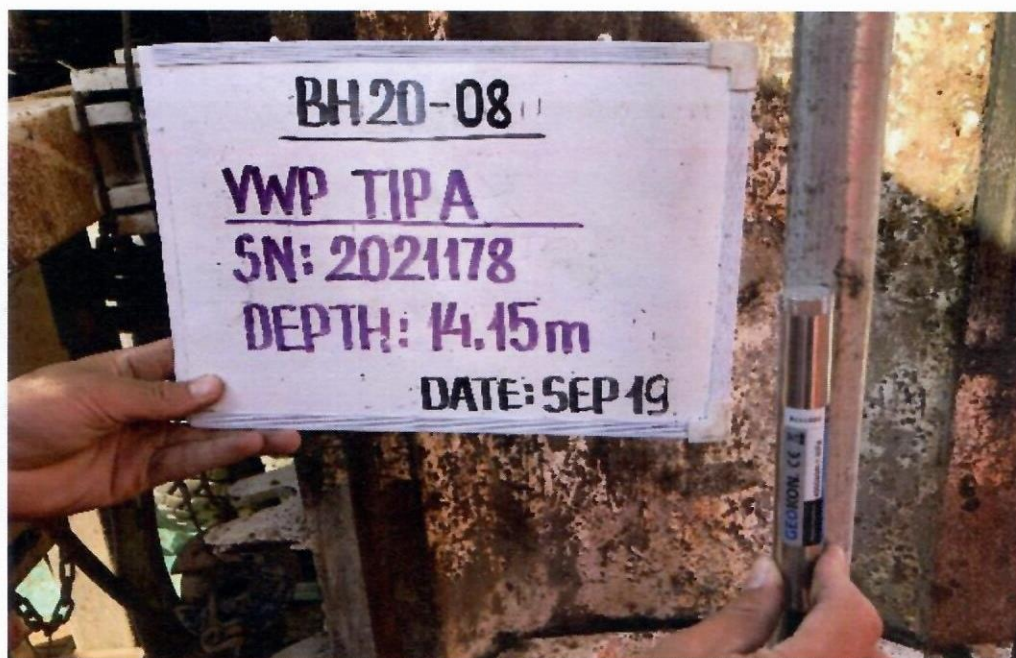


Зураг 4. CPTu хийсэн байршил



Зураг 5. CPTu туршилтын явц

Piteau Associates ХХК нь газар доорх усны түвшин тодорхойлох, өгөршсөн чулуулгийн гидравлик дамжуулалтыг тодорхойлох, нүх сүвний усны даралтыг хянах зорилгоор VWP, VHT туршилтыг хийв (зураг6).



Зураг 6. VWP төхөөрөмж суурилуулж буй байдал

Геотехникийн судалгаа

2020 оны 9-р сард хийсэн хээрийн ажилд 8м-36м гүнтэй 62 цооногийн өрөмдлөг, 1.5м-5.5м-ийн гүнтэй 84 шурф ухах ажил багтсан.

Цооногуудыг ATCW-ийн геотехникийн судалгааны ажлын төлөвлөгөөний [11] дагуу үндсэн чулуулагт тулгал болон үндсэн чулуулгийн 5м орчим гүнд хүргэж төгсгөсөн.

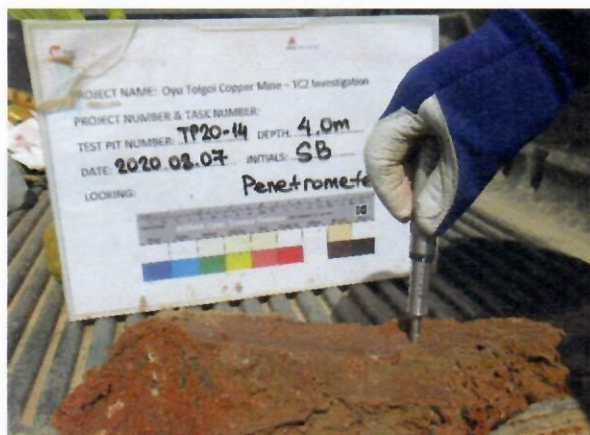
Бүх цооногуудыг Major drilling компанийн KWL025, UDR D200 өрөмдлөгийн машинуудаар PQ3 эргэлтэт болон дэвшилтэт техник (casing) –ийг ашиглан ойролцоогоор 125 мм диаметртэй өрөмдсөн (зураг7). Хөрсний ус ихэвчлэн элсэнд 1.3 м-ээс 5.5 м хүртэл гүнтэй 21 цооногт илэрсэн.



Зураг 7. Өрөмдлөгийн үйл явц

Материалын бат бөх байдлын талаар мэдээлэл өгөх зорилгоор ASTM D2753 стандартын дагуу шаварлаг хөрсөнд NCCS-ийн инженерүүд халаасны төхөөрөмжөөр (rocket penetrometer) нэвтрэлтийн туршилтыг хийсэн (зураг8).

Мөн ул хөрсний харьцангуй нягтралын талаар мэдээлэл өгөх зорилгоор тогтмол гүний интервалтайгаар SPT туршилт хийсэн (зураг9).



Зураг 8. Покет пенетрометрийн туршилт



Зураг 9. SPT туршилт

Лабораторийн шинжилгээнд зориулж нийт 140 дээж авсан. Тэдгээрийг “Эн Си Си Эс” ХХК-ийн Хөрс, материалын итгэмжлэгдсэн лабораторид дараах туршилтуудыг хийв.

- Ширхгийн бүрэлдэхүүн
- Уян налархайн үзүүлэлт
- Чийгийн агууламж
- Байгалийн нягт

Хөрсний элэгдэлд өртөх магадлалыг тодорхойлохын тулд 40 дээжид Эмерсон ангиллын туршилт;

Хамгийн их хуурай нягтрал (MDD) болон тохиромжтой чийгийн агууламжийг (OMC) үнэлэхийн тулд 38 дээжид прокторын туршилт.

NCCS-ээс гаргаж өгсөн цооногийн бичиглэлийг үндэслэн Австрали дахь ATCW компанийн инженерүүд Bentley GINT программ хангамжийг ашиглан боловсруулсан.

ҮР ДҮН

FDEM судалгааны тойм

Бүх зүсэлтэд урт долгионы өндөр дамжуулалтын гажилт илрээгүй. Дамжуулах чанарын псевдо зүсэлтүүд нь одоогийн TSF талбайн санал болгож буй өргөтгөл дээр ойролцоогоор 30-75 mS/m (милли сизэмэнс/метр) тогтмол дамжуулалтын мужийг харуулж байна. Харин урд шүүрэлтийн бүсэд энэ нь 5-24 mS/m хооронд байна. Хайгуул судалгааны ажлыг газрын гадаргаас 20 метрийн гүнд явуулсан.

ERI судалгааны тойм

Энэхүү судалгааны эсэргүүцлийн утга ба литологи хоорондын урьдчилсан тохирлыг эсэргүүцлийн хуваарь дээр харуулав.

Дамжуулах чадварын псевдо зүсэлтүүд нь 5-200 Ом метр хүртэлх цахилгаан дамжуулах чанарын тогтмол мужийг харуулж байна. Урд шүүрэлтийн бүсэд багажийн эсэргүүцлийн заалтууд ойролцоогоор 100-2000 Ом метр байв. Хайгуул судалгааны ажлыг газрын гадаргаас доош 45 метрийн гүнд явуулсан.

CPTU ТУРШИЛТЫН ТОЙМ

Нэвчилтийн судалгааны үр дүнд TC2 талбайн суурийн материалууд нь 2016 онд Голдэр компанийн хийсэн цооногийн өрөмдлөгийн [6], үед илэрсэнтэй ерөнхийдөө төстэй байна гэж дүгнэсэн (хүснэгт 1). Ялангуяа TC2-ын зүүн өмнөд хэсэгт ойролцоогоор 5м-13 м-ийн гүнд 8м зузаан мөхлөгт хөрсний зурвас бий бөгөөд энэ нь газар хөдлөлтөд өртөмтгий юм.

Хүснэгт 1. Үе давхаргын зураглал

№	Нэгж нэр	Материалын тодорхойлолт	Ус нэвчилт	Үеийн зузаан
1	Гадаргуугийн элс (Дөрөвдөгч үеийн элс, хайрга; Цэрдийн үеийн элс)	Давхаргатай сайн ангилагдсан цэвэр элс, шаварлаг элс, хайрга	Дундаас өндөр	1-3м хүртэл, зарим газар 4 м хүрнэ
2	Дээд Цэрдийн үеийн шавар	Хэт нягтруулсан шавар	Маш бага	3-5м
3	Дээд Цэрдийн галавын элс	Нарийн дунд	Бага дунд зэрэг	0.0-1.5м хүртэл, зарим газар 3м хүрнэ
4	Доод Цэрдийн үеийн шавар	Хэт нягтруулсан шавар	Бага ба маш бага	5-6м
5	Цэрдийн галавын доод элс	Нарийн дунд	Дунд зэрэг	0.5-1.0 м хүртэл, зарим газар 5м хүрнэ
6	Өгөгдсөн үндсэн чулуулаг	Өгөршсөн туф, риолит ба конгломерат	Бага	-
7	Үндсэн чулуулаг	Алевролит,	Маш бага ба байхгүй	-

Судалгааны явцад нийт 8ш даралт бууруулах цооног (PRW) өрөмдсөн ба 5-ыг TC1-ын хойд далан дээр, 3-ыг 2021 онд суурилуулсан. Мөн 17ш газар доорх усны даралт температур хэмжигч суурилуулсан.

Шүүрэлтийн коэффициент тодорхойлох зорилгоор 6 цооногт нийт 16ш Variable head туршилтыг хийж үр дүнг хүснэгт 2-т үзүүлэв. Лабораторийн туршилтын үр дүнг нэгтгэн хүснэгт 3-т үзүүлэв.

Хүснэгт 2. Variable head туршилтын үр дүн

Цооног	№	Туршилтын интервалын дээд хэсэг (m, bgl)	Туршилтын интервалын доод хэсэг (m, bgl)	Урт (м)	Литологи	Гидравлик дамжуулалт
BH20-34	1	8	9.1	1.1	Тоосорхог шаварлаг элс	1.3×10^{-8}
	2	11.8	14.6	2.8	Шаварлаг элс, элс, тоосорхог шавар	3.5×10^{-9}
	3	17.6	21.6	4	Шаварлаг элс, элсэрхэг хайрга, HW, LS конгломерат, болон MW-SW, MS-HS алевролит	1.6×10^{-7}
BH20-08	1	23.6	25.8	2.2	Элс	6.9×10^{-9}
	2	25	27	2.0	Элс болон MW, LS-MS алевролит	1×10^{-8}
BH20-16	1	6.9	8	1.1	Хайргархаг элс, элс	2×10^{-8}
	2	10.7	12.6	1.9	Элс, элсэрхэг шавар, тоосорхог шавар	1.6×10^{-9}
	3	15.5	17.8	2.3	Хайргархаг элс, тоосорхог шавар болон EW, VLS-LS элсэн чулуу	1.6×10^{-8}
BH20-24	1	10.4	11.6	1.2	Тоосорхог элс, тоосорхог шавар	4.4×10^{-9}
	2	15.2	19.6	4.4	Хайргатай элс	2.9×10^{-9}
	3	19.6	21.6	2	Хайргатай элс болон HW, LS-MS алевролит	1.3×10^{-8}
BH20-29	1	9.2	12.8	3.6	Шаварлаг элс ба шаварлаг хайрга	1.4×10^{-8}
	2	12.8	15.6	2.8	Шаварлаг хайрга	1.1×10^{-8}
BH20-38R	1	7.4	8.6	1.2	Тоосорхог элс	1.7×10^{-8}
	2	9.8	16.4	6.6	Хайргатай шавар ба хайргатай элс	5.5×10^{-9}
	3	17.7	19.7	2	HW, VLS-LS алевролит	1.9×10^{-9}

Хүснэгт 3. Физик туршилтын үр дүн

Хөрсний төрөл	Тоосорхог элс	Жижиг ширхэгтэй элс	Дунд ширхэгтэй элс	Шавранцар	Шавар	Конгломерат	Алевролит
Хайрга,%	1.27	11.5	7.9	2.3	2.3		

Хөрсний төрөл	Тоосорхог элс	Жижиг ширхэгтэй элс	Дунд ширхэгтэй элс	Шавранцар	Шавар	Конгломерат	Алевролит
Элс,%	71.4 5	81.2	64.62	30.4	21.76		
Тоос, шавар,%	27.2 8	7.3	27.5	67.3	75.91		
Уян налархай,%	-	-	-	13.86	19.89		
Чийг,%	10.8 6	7.1	12.55	15.65	18.29		
Хатуу хэсгийн нягт, гр/см ³	2.69	2.67	2.71	2.73	2.74		
Байгалийн нягт, гр/см ³	2.1	2.22	2.15	2.05	2.03	2.65	2.62

ДҮГНЭЛТ

Өмнөговь аймаг, Ханбогд сум, Оюу Толгой уурхайн Хүдрийн хаягдал хадгалах байгууламж 2 –ын талбайд “Оюу Толгой” компанийн захиалгаар Австралийн АТСW компанийн хяналтад “Эн Си Си Эс” ХХК нь хээрийн судалгааны ажил хийсэн ба геотехникийн судалгааны тайланг 2020 онд АТСW компани боловсруулсан.

2023 онд “Эн Си Си Эс” ХХК нь NCCS-OT-007/2023 дугаартай тайланг монгол хэл рүү хөрвүүлж, Монгол улсад мөрдөгдөж байгаа шинэчилсэн норм, MNS стандартын дагуу бэлтгэж, батлуулсан. Инженер геологийн судалгааны ажлын тайлан дүгнэлт бичих дүрэм БД 11-107-11 дагуу боловсруулсан.

Судалгааны талбайн цаг уурын үзүүлэлтийг “Барилгад хэрэглэх уур амьсгал ба геофизикийн үзүүлэлт” БНБД 23-01-09 нормоос үзэхэд уур амьсгалын хувьд Ханбогд сум нь температурын хэлбэлзэл эрс тэс, өвөлдөө хамгийн бага температур -340С-ээс бага, зуны улиралд ихэвчлэн 400С-ээс давж хална. Ханбогд суманд өвөлдөө монгол орны хойд хэсгийн нутагтай харьцуулахад арай богино өдрүүдтэй ба судалгааны талбай орчмын тал хээр, хөндий, нам дор газар нь өвөлдөө хүйтэн хур тунадас багатайн зэрэгцээ салхи ихтэй байдаг.

Газар хөдлөлийн үзүүлэлтийг “Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх” БНБД 22-01-21 дагуу Өмнөговь аймгийн Ханбогд сум нь газар хөдлөлийн 6 баллын бүсэд хамаарна.

Геофизикийн үр дүнгийн тайлалт нь чулуулаг ба хөрсний цахилгаан эсэргүүцэл нь тэдний петрофизикийн хамгийн онцлог үзүүлэлтүүдийн нэг юм. Энэ нь литологи, шаврын агууламж, сүвэрхэг чанар, чийгийн агууламж, давсжилт гэх мэтээс хамаарна. Шаврын агууламж өндөр байх тусам эсэргүүцлийн утга бага байна. Шаврын эсэргүүцэл бага байгаа нь тэдгээрийн найрлага дахь усны өндөр агууламжтай холбоотой юм. Чийгийн агууламж өндөр байх тусам тухайн хөрсний нэгжийн эсэргүүцлийн утга бага байна. Энэ тохиолдолд энэ нь хагарлын бүс, усаар ханасан сүвэрхэг давхаргын хувьд чухал хүчин зүйл болно.

БНБД 50-01-16 норм дүрмийн дагуу лабораторийн туршилтын үр дүн болон товч дүгнэлт, сэвсгэр ул хөрсний үзүүлэлтүүдийг хөрвүүлэн тооцоход:

- Шавар –маш хүчтэй овойлттой
- Шавранцар –хүчтэй овойлттой
- Тоосорхог элсэн хөрс –овойлт үүсгэхгүй
- Дунд зэргийн элсэн хөрс –овойлт үүсгэхгүй
- Жижиг ширхэгтэй элсэн хөрс –овойлт үүсгэхгүй

БНБД 11-03-01 хавсралтын дагуу газар шорооны зэргийг авч үзвэл:

- Шавар –II
- Шавранцар –III
- Тоосорхог элсэн хөрс –II
- Дунд зэргийн элсэн хөрс –II
- Жижиг ширхэгтэй элсэн хөрс –II
- Конгломерат –V
- Алевролит –VI

АТСW компанийн заавар, зөвлөгөөний дагуу “Сойл трейд” ХХК-ийн инженерүүд шаварлаг хөрсний ан цавын зураглалын судалгаа хийсэн ба урьдчилсан дүгнэлтээр 3м гүнээс доош ерөнхийдөө цуурал, ан цав байхгүй гэж дүгнэсэн.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

[1] “Айвенхоу Майнз Монголиа Инк, Оюу Толгой төсөл, ТЭЗҮ, Хаягдал хадгалах байгууламж,” PE601-00001/14 Rev.2, 2005 оны 6 сар.

[2]. Klohn Crippen Berger, “Оюу толгойн хаягдлын агуулахын ТЭЗҮ, Эцсийн төслийн тайлан,” M09300A02.01.500, 061016R, 2006 оны 10 сар.

[3]. Klohn Crippen Berger, “Оюу толгойн хаягдал хадгалах байгууламжийн ТЭЗҮ, талбайн судалгааны тайлан,” M09300A03.400, 080328R. 2007 он

[4]. Klohn Crippen Berger, “Оюу толгойн хаягдал хадгалах байгууламж, завсрын зураг төсөл (хураангуй) тайлан,” M09300A03.500, 080411R, 2008 оны 4 сар.

[5]. “Оюу толгойн зэсийн уурхай, TSF-ны ТЭЗҮ-ийн шинэчлэлтийн үндсэн зорилт1,” 010-1526879, 2015 оны 5 сар.

[6]. Golder Associates Pty Ltd, “Оюу толгойн зэсийн уурхай, TSF Шавар суурийн туршилт – эцсийн тайлан,” 057-1526879 Хян 0, 2016 оны 7 сар.

[7]. Golder Associates Pty Ltd, “Оюу толгойн зэсийн уурхай, Mazier дээжийн туршилтын эцсийн тайлан,” 044-1654702 Хян 0, 2017 оны 12 сар.

[8]. Golder Associates Pty Ltd, “Оюу толгойн зэсийн уурхай, Хаягдал хадгалах байгууламж, Геотехникийн судалгаа, багаж хэрэгслийн суурилуулалтын талаарх бодит тайлан,” 168301011 R.001_Хян 0, 2017 оны 11 сар.

[9]. Golder Associates Pty Ltd, “Оюу толгойн зэсийн уурхай, TC1 CPTu Шинжилгээ ба хаягдлын шинж чанар,” 089-1654702 Хян. А, 2018 оны 2 сар.

[10]. Golder Associates Pty Ltd, “Оюу толгойн зэсийн уурхай, TSF 2019 Өрөмдлөгийн хураангуй тайлан,” 18107961-004-R-Хян 1, 2019 оны 10 сар.

[11]. ATC Williams Pty Ltd, “Санамж бичиг - Оюу Толгойн ХХБ, ТС2 Геотехникийн ажлын төлөвлөгөө,” 113384.07 M09. Хян.С, 2020 оны 5 сар.

[12]. ConeTec Investigations Ltd, “Талбайн судалгааны үр дүнг танилцуулах,” 20-07-0349, 2020 оны 6 сар.

[13]. Геофизик энд Дриллинг Сервис (G&DS) ХХК, “Оюу Толгойн Зэсийн Уурхайн TSF-ын талбайн гүехэн давтамжийн хүрээний цахилгаан соронзон ба цахилгаан эсэргүүцлийн дүрслэлийн судалгаа,” тайлан, 2020 оны 9 сар.

ЦЕМЕНТИЙН ҮЙЛДВЭРИЙН БАРИЛГЫН ТАЛБАЙД ТАРХСАН ХӨӨЛТТЭЙ УЛ ХӨРСНИЙ ФИЗИК, МЕХАНИК ШИНЖ ЧАНАРЫН СУДАЛГАА

Б.Сэлэнгэ*, Б.Сийлэгмаа**

*Гидрогео ХХК,

**ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

Имэйл: sekene_wow@yahoo.com

ХУРААНГУЙ

Дорноговь аймгийн Өргөн сумын нутаг дэвсгэрт байрлах Монцементийн үйлдвэрийн талбайд тархсан хөөлттэй ул хөрсний физик, механик шинж чанарын судалгаа хийхээр зорилоо. Судалгааны талбайд тархсан Цэрдийн настай шавар ул хөрсний физик үзүүлэлтийн үр дүнг үзэхэд байгалийн чийг /W/ нь 0.107-0.174, нягт /Rs/нь 2.03-2.08г/см³ байгаа бөгөөд энэ ул хөрсний механик шинж чанарын норматив ба тооцооны үзүүлэлтийг компрессын туршилтын үр дүнгээр тооцож үзэхэд хэв гажилтын модуль нь байгалийн нөхцөлдөө 29мПа, норголтой үедээ 15мПа, агшилтын коэффициент нь $a=0.034\text{кг/см}^2$ байна. Чөлөөт хөөлт нь $\sigma_0=0.888$ (хөөлтийн анхны даралт нь $P_n=0.23\text{мПа}$ буюу 2.3кг/см^2 , хөөлтийн чийг /Wh/ нь 45% үед), харьцангуй хөөлт нь $\sigma_0=0.21$ байгаа нь хүчтэй хөөлттэй ул хөрсөнд хамаарагдана.

Түлхүүр үг: Цэрдийн настай шавар ул хөрс, Хэв гажилтын модуль, Чөлөөт хөөлт

ОРШИЛ

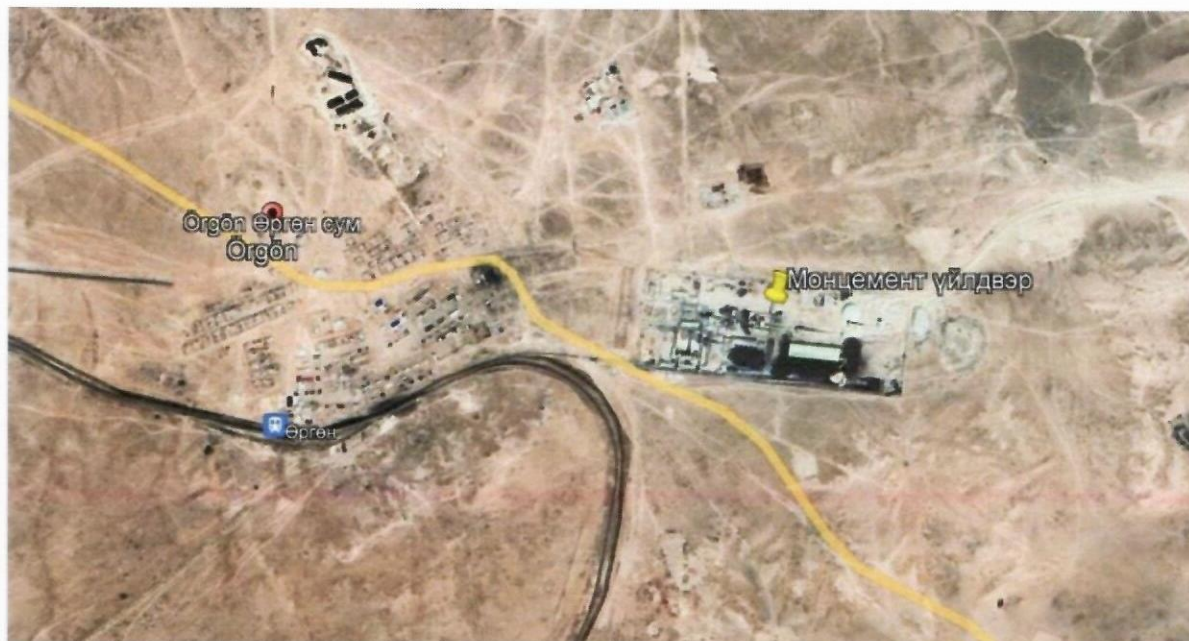
Монгол орны төв болон урд зүгт эртний нуурын гаралтай нягт шавар ул хөрс илэрч түүн дээр барьсан барилга байгууламж эвдэрч байна. Тухайлбал Дорноговь аймгийн төв Сайншанд, Зүүнбаян, Замын-Үүд сууринуудад барилга барих явцад эртний нуурын ёроолд тунаж тогтсон шавар хурдасны давхарга илэрч байв. Энэ бүс нутагт тархсан нэн онцлог хурдас бол мезозойн структурын давхаргыг бүрдүүлэгч дээд цэрдийн настай, хагас чулуужсан, улаан хүрнээс ногоон саарал өнгөтэй шаварлаг ул хөрс болно [1, 2].

Хөөлттэй ул хөрс нь норгох явцад эзлэхүүн нь ихсэж хөөдөг шаварлаг хурдсыг хэлнэ. Ул хөрсний чийгийг бууруулахад эсрэг процесс явагдаж агшилт болно. Монтмориллонитын шаварлаг эрдсийн хэсгүүдийг их хэмжээгээр агуулах шавар хамгийн их хөөдөг. Иймд ул хөрсний чийг өгсөх үед жижиг хэсгүүдийн хүрэлцэх хэсгүүдэд усны нимгэн харьсны “тэлэн хагалах үйлчлэл”-ээс үүсэх эрдэс хэсгүүдийн шилжилт явагдана. Тиймээс ул хөрсний хөөлт бол түүний жижиг хэсгүүдэд усан бүрхүүл үүссэнтэй холбоотой юм. Түүнээс гадна ул хөрсний эрдсүүдийн хоорондох усны молекулууд холбогдсоноос эрдсүүдийн хоорондох зай нэмэгдэх хөөлт явагдана [1, 2].

Монцемент үйлдвэрийн тоног төхөөрөмж нь тээрмүүд болон тээрэмдсэн материалуудыг зөөх конвероос бүрддэг онцлогтой бөгөөд 20-80м-н өндөртэй, босоодоо 1600, хэвтээдээ 1450 чичиргээ доргио нэг минутад үүсгэдэг. Иймд хөөлттэй шавар нь үйлдвэрийн барилгын талбайд 4.0-8.5м зузаантай тархсан учир барилга байгууламж барихад ашиглалтын үеийн хэвийн нөхцөлийг хангахын тулд хөөлттэй ул хөрсний физик, механик шинж чанарыг тодорхойлох зорилготой.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Судалгааны талбай нь геоморфологийн хувьд ухаа гүвээрхэг толгодын хажуу, бэл хормойн хэсэгт байрлана. Гадаргуугийн өндөржилт талбайн хэмжээнд зүүн урдаасаа баруун хойшоо хэвгий бөгөөд өндөржилт нь 989.6-1002.03 метрийн хооронд байна. Судалгааны талбайн геологийн тогтцыг дээд Пермийн /P₂/ настай, өгөршилд орсон боржин, түүнийг хучсан цэрдийн настай, шавар бүрдүүлнэ. Шавар нь өнгөн хөрсний доор 4.0-8.5м зузаантай тархана.



Зураг 1. Судалгааны талбайн байршил нь Өргөн сумаас зүүн тийш 1.75 км-т байрлана.

Эх газрын эрс тэрс уур амьсгалтай, цаг уурын голлох үзүүлэлтүүдийн олон жилийн ба жил, улирал, сар, өдрийн доторх хэлбэлзэл ихтэй байдаг онцлогтой. Судалгааны талбайн цаг уурын үзүүлэлтийн жилийн явцыг барилгын норм ба дүрэм (БНБД 23-01-09/-)-ын заалтаар Сайншандын цаг уурын станцын олон жилийн дундаж үзүүлэлтээр өгөв (1-р хүснэгт) [5].

Хүснэгт 1. Судалгааны талбайн цаг уурын үндсэн үзүүлэлтүүд

Үндсэн үзүүлэлтүүд	Тоон утга
Агаарын жилийн температурын утга	3.7 °C
Агаарын үнэмлэхүй их температурын утга	42.0 °C
Үнэмлэхүйн ихийн VII сарын дундаж утга	35.5 °C
Агаарын үнэмлэхүй бага температурын утга	-41.4 °C
Хамгийн хүйтэн сарын үнэмлэхүйн багын дундаж утга	-29.2 °C
Гадна агаарын тооцооны температурын	
Хамгийн хүйтэн 1 өдөр	-31.8 °C
Хамгийн хүйтэн 3 өдөр	-30.3 °C
Хамгийн хүйтэн 5 өдөр	-29.2 °C
Агаарын сэлгэлтийн температур	-24. °C
Халуун нэг хоног	30.5°C
Хур тунадасны жилийн дундаж хэмжээ	113.9мм
Салхины даралтын нормчилсон утга	35.0кг/м ²

Хамгийн хүйтэн 3 сарын салхины дундаж хурд	5.0м/с
Хэвтээ гадаргын дээрх цасны ачааллын нормчилсон утга	30кг/м ²
Салхины жилийн дундаж хурд м/с	4.5м/с
Хөрсний гадаргын жилийн дундаж температурын утга	5.4°C
Цасан бүрхүүлтэй байх хоног	190 хоног
Барилгын уур амьсгалын бүсийн дугаар	III

Монцемент үйлдвэрийн талбайн инженер-геологийн хээрийн судалгааны ажлыг 2020 оны 10 сарын 03 өдөр гүйцэтгэв. Үйлдвэрийн тоног төхөөрөмжийн байрлалаас хамаарч байр зүйн зургийг үндэслэн 16.0-94.0м-ийн зайтай 10.0-60.0м-ийн гүнтэй 11 цооног буюу нийт 289 тууш.метр өрөмдлөгийн ажил явуулсан (зураг 2). Өрөмдлөгийн ажлыг ул хөрс чулуулгийн тархалт, байршил, шинж чанарын талаар инженер-геологийн бичиглэл хийх, хөрсний шинж чанарыг лабораторид тодорхойлох дээж авах зориулалтаар өрөмдлөгийн ажлыг 80-146мм-ийн диаметртэй, 60м хүртэл гүн өрөмдөх хүчин чадалтай УГБ-1ВС, power6000sd маркийн өрмийн төхөөрөмжөөр эргэлтэд өрөмдлөгөөр бэхэлгээний яндантай өрөмдөж, инженер-геологийн бичиглэл тэмдэглэл, ул хөрсний дээж авах ажлуудыг гүйцэтгэв.



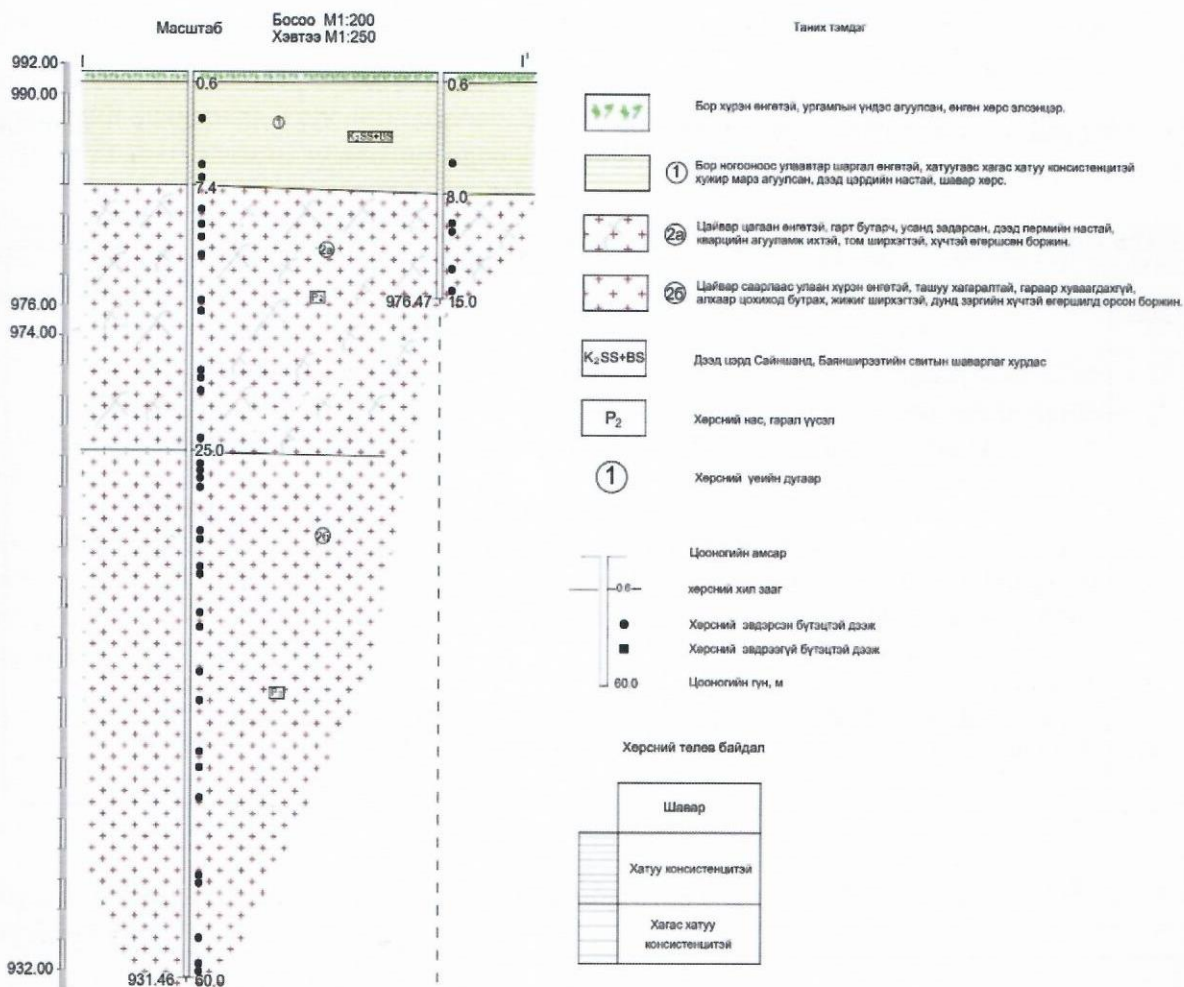
Зураг 2. Өрөмдлөг, хээрийн бичлэг сорьц авах үйл явц.

Ул хөрсний физик шинж чанарыг тодорхойлох зориулалтаар өрөмдлөгөөр илэрсэн ул хөрснөөс нийт 132ш дээж авч лабораторийн бүрэн шинжилгээ хийсэн болно. Ул хөрсний физик шинж чанаруудыг "Барилга Корпорац"-ийн ул хөрсний лабораторид, хадан ул хөрсний нэг чиглэлийн шахагдлын бат бэх, өгөршлийн коэффициентыг мөн "Барилга Корпорац", Геологийн төв лабораторид тус тус тодорхойлов. Лабораторийн судалгааг холбогдох стандарт зааврын дагуу гүйцэтгэв [3, 4].

ҮР ДҮН

Шавар ул хөрс болон боржин чулууны физик механик шинж чанарыг нийт 132 ширхэг сорьц авч лабораторийн хариунаас дундаж үзүүлэлтүүдийг 2, 3 дугаар хүснэгтээр харуулав.

Цооног 1, цооног 20-ын хээрийн бичиглэл, лабораторийн шинжилгээний дүнд үндэслэн голлох төлөөлөл болгон зураг 3-т инженер геологийн зүсэлт хийн, инженер геологийн элементүүдийг ялгасан.



Зураг 3. Инженер геологийн зүсэлт

Зураг 3-д судалгааны үед өрөмдсөн цооног 1-ээс цооног 20-ийн зүсэлтийн шулууныг харуулсан, ул хөрсний физик, механик шинж чанарын лабораторийн үзүүлэлт болон хээрийн туршилтын дүнг ашиглан дараах 3 инженер геологийн элементийг (ИГЭ) ялгасан. Үүнд:

ИГЭ 1: шавар ул хөрс (K₂SS+BS). Бор ногооноос улаавтар шаргал өнгөтэй, хатуугаас хагас хатуу консистенцтэй, хужир марз агуулсан шавар ул хөрс. Талбайн хэмжээнд газрын гадаргуугаас эхлэн 4.0-8.5м-ийн зузаантай жигд тархсан байна. Уг ул хөрсний ширхгийн бүрэлдэхүүнд элс сайрга 11.5%, элс 30.0%, тоос 29.2%, шавар 29.3% агуулагатай.

Шавар ул хөрсний эзлэхүүний массын норматив ба тооцооны утга нь норматив утга $V_{эз} = 2.03 \text{ кг/см}^3$, тооцооны утга $VI_{эз} = 2.01 \text{ кг/см}^3$, $VII_{эз} = 2.00 \text{ кг/см}^3$, шавар ул хөрсний механик шинж чанарын норматив ба тооцооны үзүүлэлтүүдийг компрессорын туршилтын үр дүнгээр тооцож өглөө. Зууралдалтын хүч $C_H = 23 \text{ КПа}$, Дотоод үрэлтийн өнцөг: $\mu_H = 190$, $C_I = 15 \text{ КПа}$, $\mu_I = 170$, $C_{II} = 23 \text{ КПа}$, $\mu_{II} = 190$. Хэв гажилтын модуль байгалийн чийгтэй үед $E_H = 29 \text{ МПа}$, $/290 \text{ кгх/см}^2/$, усаар ханасан үед $E_H = 15 \text{ МПа}$, $/150 \text{ кгх/см}^2/$ байна.

Чөлөөт хөөлт нь $\sigma_0 = 0.888$, Харьцангуй хөөлт $\sigma_n = 0.21$ байгаа нь хүчтэй хөөлттэй хөрсөнд хамаарна. Хөөлтийн анхны даралт $P_H = 0.23 \text{ МПа}$, $P_H = 2.3 \text{ кг/см}^2$, хөөлтийн чийг $W_H = 0.452$ байна [6,8].

Лабораторийн туршилтын дүнд шавар ул хөрсний физик, механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг 2, 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 2. Судалгааны талбайн шавар ул хөрсний физик шинж чанарын үзүүлэлтүүд

Д/д	Ул хөрсний физик шинж чанарын үзүүлэлтүүд	Индекс	Хэмжих нэгж	Ул хөрсний нэр төрөл
				Шавар ул хөрс
1.	Байгалийн чийг	W	Нэгжээр	0.174
2.	Чийглэгийн зэрэг	Sr	-/-	0.81
3.	Урсгалтын хязгаар дээрх чийг	Wl	-/-	0.455
4.	Имрэгдлийн хязгаар дээрх чийг	Wp	-/-	0.215
5.	Уян налархайн тоо	Jp	-/-	0.240
6.	Эрдэсийн нягт буюу хувийн жин	γ	г/см^3	2.74
7.	Хөрсний нягт буюу эзлэхүүн жин	ρ	-/-	2.03.
8.	Хатуу хэсгийн нягт буюу хэлхээдсийн эзлэхүүн жин	ρ_d	-/-	1.73
9.	Сүвшилт	n	%	36.58
10	Сүвшилийн коэффициент	e	нэгжээр	0.583
11	Консистенци	JL		$0 < 0.013$

Хүснэгт 3. Судалгааны талбайн шавар ул хөрсний механик шинж чанарын үзүүлэлтүүд

Д/д	Механик шинж чанарын үзүүлэлтүүд	Индекс	Хэмжих нэгж	Ул хөрсний нэр төрөл
				Шавар ул хөрс
1.	Барьцалдалтын хүч	Норматив утга	СН	кПа
				Кгс/см ²
				29
				0.29
	Тооцооны утга	СI	-/-	23
				0.23
2.	Дотоод үрэлтийн өнцөг	Норматив утга	φН	Град
				19
				16
3.	Хэв гажилтын модуль	E	кПа	29
				Кгс/см ²
				290

4.	Тооцооны эсэргүүцэл ердийн нөхцөлдөө	RO	кПа Кгс/см ²	300 3.0
----	--------------------------------------	----	----------------------------	------------

Газар шорооны ажлын зэрэг гар аргаар малтахад- IV [7]

ИГЭ 2 боржин. Цайвар саарал өнгөтэй, дээд пермийн настай, боржин чулууг нягт болон өгөршлийн зэрэг, коэффициентоос нь хамаарч инженер геологийн 2 элемент болгон ангилж зүсэлтэд 2а, 2б гэж тэмдэглэн ялган үзүүлэв (Зураг 3-т).

Хүчтэй өгөршсөн боржин: Инженер геологийн элемент -2а. Цайвар саарал өнгөтэй, том ширхэгтэй, хүчтэй өгөршсөн боржин чулуу нь гарт бутарч усанд задрах бөгөөд талбайн хэмжээнд шаварлаг хөрсний дороос буюу 3.8-8.5м-ийн гүнээс эхлэн 25.0м-ийн гүн хүртэл 21.8-16.5м-ийн зузаантай тархсан байна.

Эзлэхүүний масс 2.37-2.40кг/см³ буюу дунджаар $\rho=2.38\text{кг/см}^3$, өгөршлийн зэрэг $K_{wж}=0.99$, өгөршлийн коэффициент $K_{вк}=0.81$ байгаа нь хүчтэй өгөршсөн чулуулагт нормчлогдоно (хүснэгт 4).

Нэг чиглэлийн шахагдалд үзүүлэх цаг зуурын эсэргүүцлийг туршилтаар тогтооход 6.5м-т $R_c=400\text{кПа}$ ба 8-25м-ийн хооронд метр тутамд нь тодорхойлж дундаж утгаар нь өгөхөд: $R_c=287.8\text{ кгх/см}^2$, 28780 кПа. Газар шорооны ажлын зэрэг гар аргаар малтахад- Үр[7]

Ан цавд орж, дунд зэрэг өгөршсөн боржин инженер геологийн элемент-2б: Цайвар саарал өнгөтэй, жижиг ширхэгтэй, ан цавжиж дунд зэргийн өгөршсөн боржин нь гарт бутрахгүй бөгөөд алхаар цохиход бутран. Талбайн хэмжээнд 25.0-32.8м-ийн гүнээс тархсан.

Хүснэгт 4. Судалгааны талбайн боржингийн өгөршлийн үзүүлэлтүүд

Д/д	Гүн /м/	Нягт (кг/см ³)	Нягт (кг/см ³)	Өгөршлийн зэрэг	Өгөршлийн коэффициент
Дундаж утга	4.0-25.0	2.37	2.40	0.99	0.81

ИГЭ 2б Ан цавд орж, дунд зэрэг өгөршсөн боржин : Эзлэхүүний масс 2.50-2.72кг/см³ дунджаар $\rho=2.61\text{кг/см}^3$ байгаа нь бага өгөршсөн чулуулагт нормчлогдоно [6]. Нэг чиглэлийн шахагдалд үзүүлэх цаг зуурын эсэргүүцлийг туршилтаар 25м-ийн гүнээс эхлэн метр тутамд тодорхойлон үзүүлэлтүүдийн дунджаар $R_c=500.3\text{кгх/см}^2$ 50030кПа гэж тооцоолов (хүснэгт 5). Газар шорооны ажлын зэрэг гар аргаар -ҮII [7].

Хүснэгт 5. Судалгааны талбайн боржингийн нэг чиглэлийн шахагдлын эсэргүүцэл

Д/Д	Гүн /м/	$R_c/\text{кгх/см}^2/$	Д/Д	Гүн /м/	$R_c/\text{кгх/см}^2/$
	Хүчтэй өгөршсөн боржин			Дунд зэрэг өгөршсөн боржин	
Дундаж утга	4.0-25.0	287.8	Дундаж утга	25-60	500.3

ДУГНЭЛТ

Судалгааны талбайн геологийн тогтцыг дээд Пермийн /P₂/ настай, өгөршилд орсон боржин, түүнийг хучсан цэрдийн настай, шавар бүрдүүлнэ. Шавар нь өнгөн хөрсний доор 4.0-8.5м зузаантай тархана.

Уг цэрдийн настай шавар нь физик үзүүлэлтийн үр дүнг үзэхэд байгалийн чийг /W/ нь 0.107-0.174, нягт /R_s/нь 2.03-2.08г/см³ байгаа бөгөөд энэ ул хөрсний механик шинж чанарын норматив ба тооцооны үзүүлэлтийг компрессын туршилтын үр дүнгээр тооцож үзэхэд хэв гажилтын модуль нь байгалийн нөхцөлдөө 29мПа, норголтой үедээ 15мПа, агшилтын коэффициент нь $a=0.034\text{кг/см}^2$ байна. Чөлөөт хөөлт нь $\sigma_0=0.888$ (хөөлтийн анхны даралт нь $P_n=0.23\text{мПа}$ буюу 2.3кг/см^2 , хөөлтийн чийг /W_h/ нь 45% үед), харьцангуй хөөлт нь $\sigma_0=0.21$ байгаа нь хүчтэй хөөлттэй ул хөрсөнд хамаарагдана.

Хөөлттэй ул хөрсөнд барилга байгууламж барихад ашиглалтын үеийн хэвийн нөхцөлийг хангахын тулд хаалтын онцлог шинж чанарыг заавал харгалзан үзэх шаардлагатай болно.

Барилга байгууламж барихад ашиглалтын үеийн хэвийн нөхцөлийг хангахын тулд хөөлттэй ул хөрсний физик механик шинж чанарыг тодорхойлсон ба үр дүн нь хүчтэй овойлт үүсгэх ул хөрсөнд хамаарагдсан тул үйлдвэрийн барилгын сууриас шавар ул хөрсийг бүрэн зайлуулах шаардлагатай.

ТАЛАРХАЛ

Энэ өгүүлэгийг бичихэд үнэтэй зөвлөгөө өгсөн профессор Н.Батсүх багшдаа гүн талархал илэрхийлье

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Дашжамц, Д, Монгол орны тогтворгүй бүтэцтэй ул хөрсөн дээр барилга барих ухаан 2006
- [2]. Сүх, Д, Алтанцэцэг, Б, Хөөлттэй хөрсөнд инженер геологийн судалгаа явуулах заавар. 1990
- [3]. Барилгын инженер геологийн ажил БНБД 11-03-01
- [4]. Ул хөрсний ангилал MNS 3263 2014
- [5]. Барилгад хэрэглэх уур амьсгал ба геофизикийн үзүүлэлт СНИП 23-01-09
- [6]. Барилга байгууламжийн буурь, суурийн зураг төсөл зохиох норм ба дүрмийн тайлбар дүрэм БД 50-103-21
- [7]. Барилгын инженер геологи, геотехникийн судалгааны ажил БНБД 11-03-21
- [8]. Шаварлаг чигжээстэй том хэмхдэс хөрсний механик үзүүлэлтүүдийг тогтоох хүрд БС-92
- [9]. Тунгалаг Г. Монгол Улсын Дорноговь аймгийн Өргөн суманд баригдах цементийн үйлдвэрийн барилгын талбайн инженер-геологийн судалгаа. 2009 он

ОЮУНЛАГ МАНДАЛЫН ГЕОЛОГИ

Н.Батсүх*, М.Энхмандах**, Б.Сийлэгмаа***

*“ЛЭНД ТЕСТ” ХХК-ийн зөвлөх,

**“САТУ” ХХК-ийн мэргэжилтэн

*** ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

Имэйл: nbatskh@gmail.com

ХУРААНГУЙ

Хүн төрөлхтний буй болгосон оюунлаг мандлыг судалдаг геологийн шинжлэх ухааны салбар инженер геологийн ухааны хөгжлийн онцлог, чиг хандлагын талаарх судалгааныхаа зарим дүнг толилууллаа.

Түлхүүр үг: Инженер геологи, Өвөг дээдэс, Геологи орчин, Эвдэрсэн горим, Эрдэнэтийн Овоо

ОРШИЛ

Инженер геологийн ухаан нь тун залуу бөгөөд харин хөгжлийн түүхийн өмнөх үе нь нэн урт, хүн төрөлхтний түүхтэй чацуу юм. Хүн төрөлхтөн анх ойролцоогоор 2.5 сая жилийн өмнө Зүүн Африкт “Australopithecus” буюу “Өмнөдийн бич” гэж нэрлэгддэг эртний нэгэн төрөл бичнээс үүссэн [1]. Хоёр сая орчим жилийн өмнө эртний хүмүүс Хойд Африк, Европ, Азийн өргөн уудам нутгаар аялж, тархан суухаар эх нутгаа орхин гарсан байна. Эх газрын байгалийн бүс, бүслүүрийн нөхцөлд дасан зохицож эртний хүмүүсээс хэд хэдэн зүйлийн хүн үүссэн бөгөөд түүнээс Азийн бүс нутагт “Homo erectus” буюу босоо явагч хүн суурьшсан. Жишээ нь Баянхонгор аймгийн Цагаан агуйгаас олдсон палеолитын үеийн чулуун зэвсгүүдийг “Homo erectus”-чүүд хийж байсан гэж үздэг [2]. “Homo erectus”-чүүд чулуун мандлын чулуугаар зэвлэг хийж газрын хэвлийг хөндөж байсан аж. Энэ нь шинжлэх ухааны одоогийн хэллэгээр геологи орчныг үүсгэж эхэлсэн хэрэг.

Инженер геологийн шинжлэх ухаан нь геологи орчныг хамгаалах, зүй зохистой, оновчтой ашиглах талаар судалж, нийгмийн хөгжлийн геологийн аюулгүй байдлыг хангах үүрэгтэй юм.

Инженер геологийн шинжлэх ухааны хөгжлийн түүх, Монгол оронд инженер геологийн шинжлэх ухаан хэрхэн нутагшин хөгжиж байгааг бид тодорхой судалж ирсэн [3, 4]. Харин мэдээллийн эрин үед инженер геологийн шинжлэх ухаан хэрхэн хөгжиж ямар түвшинд хүрэх вэ гэдэг талаар бараг авч үзээгүй байна.

СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ БА АРГАГҮЙ

Монгол Улсын Засгийн газраас “Байгаль орчны төлөв байдлын тухай” Улсын Их хуралд өргөн мэдүүлдэг жил бүрийн тайлангуудад дурдсан геологи орчны бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн эвдрэл, бохирдол, ашиглалт, хамгаалалтын талаарх тоон мэдээллүүд, ашигт малтмалын олборлолтын статистикийн үзүүлэлтүүд, дотоод, гадаадын эрдэм шинжилгээний сэтгүүл, бүтээлүүдэд манай орны эрдэмтэд, судлаачдын нийтлүүлсэн геологи орчны талаарх эрдэм шинжилгээний өгүүлүүд зэрэгт задлан шинжилгээ, нэгтгэн дүгнэх аргагүйгээр боловсруулалт хийлээ. Хүн төрөлхтөн геологийн ихэмсэг, аюултай хүчин болж байгаа талаар өөрсдийн хийж ирсэн судалгааны материалаасаа энд

ашигласан болно. Мөн жишээ болгон “Эрдэнэтийн овоо” ил уурхайг анх нээсэн цаг мөчөөс 2023 он хүртэл зөөсөн хурдас чулуулгийн хэмжээг тодорхойлох оролдлого хийв. Ингэхдээ “Эрдэнэтийн овоо уулыг конус, болон огтлогдсон конус хэлбэртэй хэмээн сэтгэж конусын эзлэхүүн олох томъёог ажиглан “Эрдэнэтийн овоо уулын” эзлэхүүн болон ил уурхайн ухмалын эзлэхүүнийг тодорхойлсон.

ҮР ДҮН

Дэлхийн чулуун мандалд хүн төрөлхтний үйл ажиллагааны үзүүлэх үйлчлэл маш хүчтэй эрчимтэй болж, бараг эргэлт буцалтгүй түүний өөрчлөлтийг бүс нутгийг хамарсан өргөн уудам орон зайд үүсгэх боллоо. Үүнийг дараах хэдэн үзүүлэлтээр харуулъя. Үүнд:

- Дэлхийн чулуун мандалд нэвтэрсэн өрөмдлөгийн гүн 12000 м гаруй
- Дэлхийн чулуун мандалд нэвтэрсэн далд уурхайн гүн 3902.0 м (ӨАБНУ. Тан Тано Mine. Алтны уурхай)
- Дэлхийн чулуун мандалд нэвтэрсэн ил уурхайн гүн 1200 м (АНУ. Зэс-алтны Каньон Бингхэм уурхай)
- Барилгажсан талбай. Эх газрын 20 гаруй хувь
- Тариалангийн талбай 1.9 тэрбум га
- Олборлож буй эрдэс баялаг 60000 тэрбум тн/жил

Дээрх үзүүлэлтүүд бол чулуун мандалд хүн төрөлхтнөөс үзүүлж буй механик үйлчлэл (өрөмдөх, ухах, тэслэх, хагалах, зөөх, овоолох г.м) юм.

Минералогийн хувьд химийн олон элементийг маш цэврээр үйлдвэрлэх болсон. Чулуун мандалд байхгүй цоо шинэ чанартай химийн нэгдлүүдийг асар ихээр үйлдвэрлэж байна. Хүн төрөлхтөн зөвхөн дэлхийн чулуун мандалыг өөрчлөөд зогсохгүй дэлхийн бусад мандалууд: агаар мандал, усан мандал, шим мандлыг найрлага, бүтцийн хувьд тэдгээрийн физикийн, химийн, биологийн шинж чанарыг өөрчилж байна.

Зүүн Африкаас дэлхийн өнцөг булан бүрт тархан суурьшсан бидний эртний өвөг дээдэс газар тариалан эрхлээгүй, металл зэвсэг хийгээгүй үедээ дэлхий дэх хүний бусад зүйл, Австралийн том амьтдын 90 хувийг, Америк төвийн хөхтөн том амьтдын 75 хувийг, манай гарагийн эх газрын хөхтөн том амьтдын 50 хувийг мөхөхөд хүргэсэн байдаг [5]. Гэхдээ үүнийг санаатай хийгээгүй.

Өнөөдөр дэлхийд хүн төрөлхтөн болон тэдний тэжээвэр амьтад л хамгийн олон тоогоор амьдарч байна. Дэлхийд 40,000 арслан байхад тэжээвэр муур 600,000,000 бий. Зэрлэг үхэр 90,000 байхад гаршуулсан 1.5 тэрбум үхэр бий.

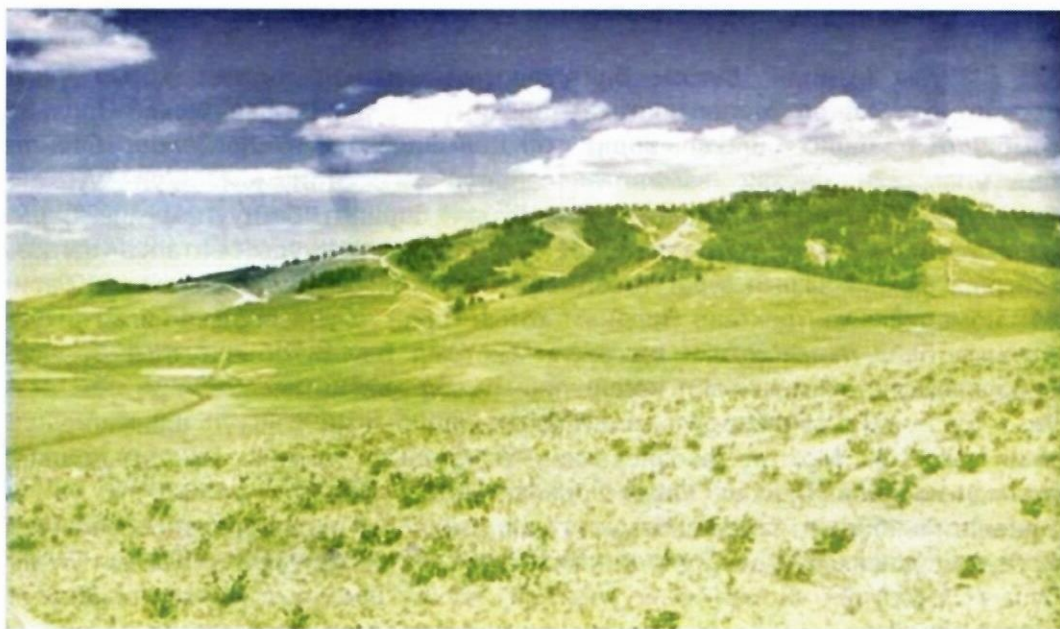
Манай орны уул нуруугаар 18,000 аргаль хонь, 25,000 янгир ямаа амьдарч байхад малчдын хотонд 15.26 сая ямаа, 15.91 сая хонь налайна. Тал хээрээр 14,000 хулан адуу, говиор 800-1200 хавтгай тэмээ идээшилж байхад малчдын эзлэн дээр 2.12 сая адуу, 0.288 сая тэмээ байх жишээтэй (Энэ тоонуудыг 2015 оны түвшинд эшлэв) [6].

Эрдэнэтийн овоо уул нь анх далайн төвшнөөс 1606 метр өндөрт оршдог уул байв (1-р зураг).



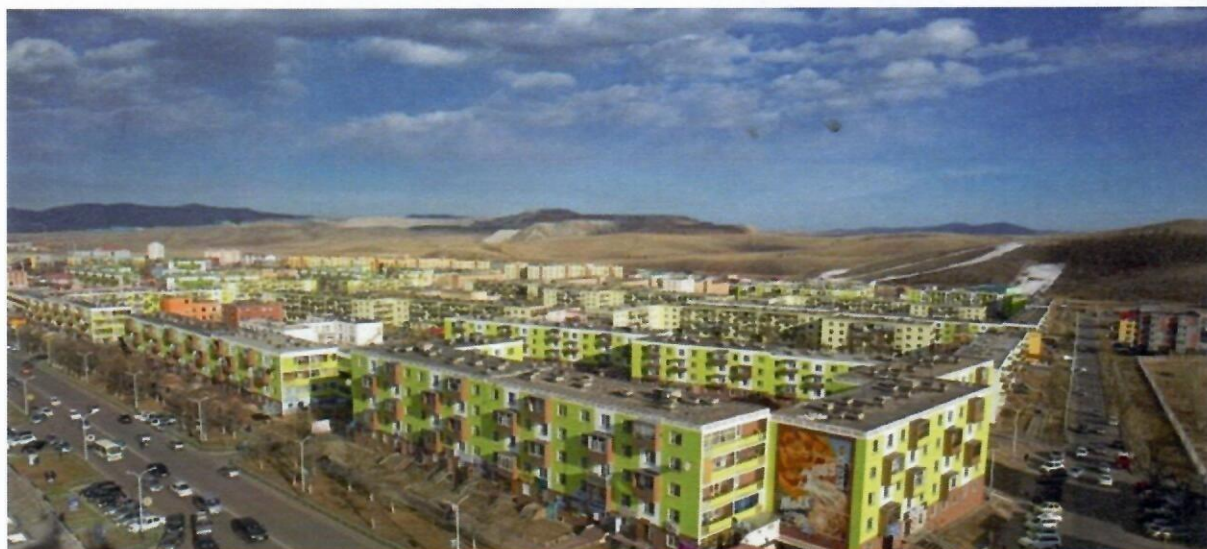
1 дүгээр зураг. Эрдэнэтийн овоо уул

“Эрдэнэтийн овоо”-ны орд газар шинэ төрмөлийн эрин Неогений галавын үед одоогоос 25-30 сая жилийн тэртээд геологийн тектоник хувирлын үйлчлэлээр үүсч тогтсоныг эрдэмтэд тогтоожээ (2-р зураг). 1976 оны 1-р сард анх уурхайг нээж, 1976 оны 6 сарын 11-нд анхны тэсэлгээг хийж хөрс хуулалтын ажил эхэлсэн байна. 1978 оны 12 дугаар сарын 14-нд анхны хүдрийн баяжмалыг боловсруулалтад оруулснаар XX зууны Монгол Улсын хамгийн том бүтээн байгуулалт болох Эрдэнэт үйлдвэрийн түүх эхэлсэн төдийгүй уул уурхай дагасан, иж бүрэн дэд бүтэц бүхий Эрдэнэт хотыг цогцоор нь бүтээн босгосон нь уул уурхайн томоохон төслийн сонгодог загвар болсон юм.



2 дугаар зураг. Монгол-Чехословак, Монгол-Оросын геологчид судалгаа шинжилгээ, эрэл хайгуул хийсний дараах Эрдэнэтийн овоо уул

Эрдэнэтийн овоогийн ар хөндийд шинэ хот-Эрдэнэт хотыг сүндэрлүүлж техноген цогцолборыг 50 жилийн дотор байгуулжээ (3-р зураг).



3 дугаар зураг. Эрдэнэт хот

Эрдэнэтийн их бүтээн байгуулалт буюу Эрдэнэт хотын шавийг “Эрдэнэтийн овооны арын хөндийд 1973 оноос эхлэн тавьсан түүхтэй бөгөөд 1974 онд Булган аймгийн “Эрдэнэт хороо” нэртэйгээр анх байгуулагдсан байна. Хорооны хурдан хөгжилт, хүн амын өсөлтийг харгалзан 1976 онд “Эрдэнэт хот” болгон зохион байгуулснаар Монгол улсын 3 дахь хот болон хөгжлийн шинэ үеэ эхэлсэн юм. Нутаг дэвсгэр, засаг захиргааны нэгжийн өөрчлөлтөөр 1994 онд “Орхон аймаг” болон зохион байгуулагдав. Газар нутгийн хэмжээ 844 хавтгай дөрвөлжин километр. Эрдэнэт хот анх байгуулагдаж байх үедээ 7800 гаруй хүн амтай байсан бол өдгөө 2022 оны байдлаар 109125 хүн амтай болж хүн амын томоохон бөөгнөрлийг буй болгожээ.

Эрдэнэтийн овоо уулын эзлэхүүн, ил уурхайн эзлэхүүнийг геометрийн аргаар тооцсон тооцоог үзүүлье.

Үндсэн өгөгдөл:

Нэр	Хэмжих нэгж	Үзүүлэлт	
Эрдэнэтийн овоо уулын үнэмлэхүй өндөр	м	h	1607
Эрдэнэтийн овоо уулын ёроолын диаметр	м	D	2439.73
Уурхайн ёроолын өндөр	м	l	1175
Уурхайн ёроолын диаметр	м	d	300

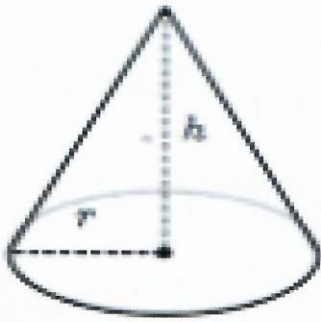
Эх сурвалж: “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ

Бодолт 1: “Эрдэнэтийн овоо уулыг” конус хэлбэртэй гэж үзэн эзлэхүүнийг тодорхойлоход

Үүнд ёроолын болон оройн хэсгийн диаметрийг өгөгдсөн Эрдэнэтийн овоо уулын рельефийн орой хэсгийн диаметрээр (D,d), авсан болно (4-р, 5-р, 6-р зураг)

$$V = \frac{\pi r^2 h}{3} \quad (1)$$

Нийт эзлэхүүн нь $V = 802,332,368.4 \text{ м}^3$ болов.

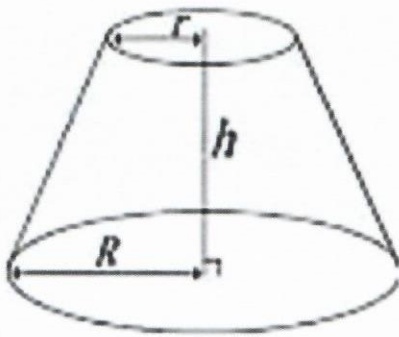


Эрдэнэтийн овоо уул	h	182
	R	1219.867674
	π	3.14
	D	2439.735347
	v1	283468774.9
Ил уурхай	h	255
	d	300
	R	1219.867674
	D	2439.735347
	v2	518863593.6
Нийт эзлэхүүн	v	802332368.4

Бодолт 2: Эрдэнэтийн овоо уулыг огтлогдсон конус хэлбэртэй гэж үзэн эзлэхүүнийг тодорхойлоход

$$V = \frac{\pi * H}{3} * (R^2 + \sqrt{R * r} + r^2) \quad (2)$$

Нийт эзлэхүүн нь $V=802,872,902.2$ м3 болов.



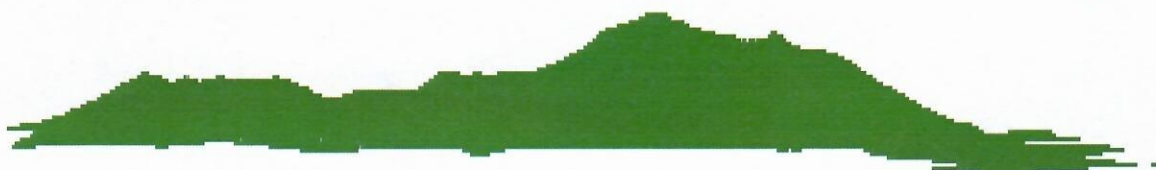
Эрдэнэтийн овоо уул	h	182
	r	50.87654601
	π	3.14
	d	101.753092
	R	1219.867674
	D	2439.735347
	v1	284009308.6
Ил уурхай	h	255
	π	3.14
	d	300
	R	1219.867674
	D	2439.735347
Нийт эзлэхүүн	V	802872902.2



4 дүгээр зураг. Эрдэнэтийн овоо уулын 3D топо урд талаас



5 дугаар зураг. Эрдэнэтийн овоо уулын 3D топо зүүн талаас



6 дугаар зураг. Эрдэнэтийн овоо уулын 3D топо хойд талаас

“Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-ын мэдээгээр ил уурхайг ашиглаж эхэлснээс хойш гаргасан уулын цулын хэмжээг 1-р хүснэгтэд өгөв.

1 дүгээр хүснэгт. Эрдэнэтийн овоо ил уурхайг ашиглаж эхэлснээс хойш гаргасан уулын цулын хэмжээ /2023 оны 1 дүгээр сарын 1/, 103 м3

Нийт уулын цул гаргалт	Хүдэр		Металл	
	мян.м3	мян.тн	Зэс, % тн	Молибден, % тн
Боловсруулсан хүдэр	368,689.4	986,057.9	0.634 6,248,348.9	0.018 181,598.1
Исэлдсэн хүдэр	30,854.5	78,678.9	0.599 471,024.2	0.0135 10,643.9
Ядуу агуулгатай хүдэр	108,625.3	276,994.7	0.221 611,800.6	0.009 25,311.8
Хөрс буюу хоосон чулуулаг	200,966.2			
Нийт уулын цул			727,135.4	

Эх сурвалж: “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ

Эрдэнэтийн овоо уулын эзлэхүүн, ил уурхайн эзлэхүүн, ил уурхайгаас гаргасан уулын цулын хэмжээг харьцуулан 2-р хүснэгтэд өглөө.

2 дугаар хүснэгт. Эрдэнэтийн овоо уулын эзлэхүүн, ил уурхайгаас гаргасан уулын цулын хэмжээ

Эрдэнэтийн овоо уул, ил уурхайн эзлэхүүн, м3	Конус хэлбэрийн загвараар тооцсон хэмжээ	Огтлогдсон конус хэлбэрийн загвараар тооцсон хэмжээ
		802,332,368.4 м3

“Эрдэнэтийн овоо” ил уурхайгаас
гаргасан уулын цулын хэмжээ, м³

727,135,400 м³

Далайн түвшнээс дээш 1607 м өндөр өргөгдсөн Эрдэнэтийн овоо гэдэг үзэсгэлэнтэй уулыг 47 жилийн дотор ухаж (2023 оны 1-р сарын 1 хүртэл тооцооны хугацааг авсан) 727135400-802872902.2 м³ хөрс, чулуу, зэсийн хүдрийг гаргаж 255 м гүн ухмал үүсгэжээ (7-р зураг).



7 дугаар зураг. Эрдэнэтийн овоо уулын оронд бидний үүсгэсэн ухмал (ил уурхай)

Үүнийг монголчууд бид оюуны ухаанаараа хийсэн болохоос булчингийнхаа хүчээр хийгээгүй. Хэрэв энэхүү 727135400-802872902.2 м³ хөрс чулуулгийг 1976 онд байсан манай орны 1466900 хүн ам өөрийн гараар зөөсөн бол 200000 гаруй жилийн хугацаанд зөөх юм. Бид ийнхүү оюунлаг мандлыг эх орондоо үүсгэж байгаа хэрэг юм.

Монгол орон дахь геологи орчинд үзүүлж буй техноген үйлчлэлийн цар хүрээ, түүнээс улбаалан геологи орчны байгалийн үндсэн горим нь (геологийн, гидрогеологийн, геоэкологийн г.м) эвдэрсэн горимд, өөрөөр хэлбэл хүний оюун ухаанаар төлөвлөсөн болон төлөвлөөгүй санамсаргүй үүссэн горимд шилжиж экологийн эмзэг байдлыг, заримдаа аюултай байдлыг үүсгэх боллоо.

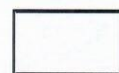
Монгол нутаг дахь геологи орчин хэрхэн бүрэлдэж, хөгжиж ирснийг Монголын түүхийн үечлэлтэй уялдуулан судалж гаргасан түүхэн үечлэлийг доорх хүснэгтэд харууллаа (3-р хүснэгт) [7].

3 дугаар хүснэгт. Монгол нутаг дахь геологи орчин бүрэлдэн тогтоож, хөгжиж байгаа

нь

Монголын түүхийн үечлэл	Ураг төрлийн байгууллын үе	Монголын эртны улсуудын үе	Их Монгол улсын болон Монгол гүрний үе	Улс төрийн бутарлын үе	Манжийн эрхшээлд орсон Монгол	Олноо өргөгдсөн Монгол улс	Социалист Монгол улс	Ардчилсан Монгол
Үргэлжилсэн хугацаа	800000 жил-НТӨ III зуун	НТӨ III зуун-НТ XII зуун	НТ XII зуун- НТ XIV зуун	НТ XIV зуун – XVI зуун	НТ XVII зуун XX зуун	1911-1921 он	1921-1989 он	1989 оноос
Уур амьсгалын нөхцөл	Зөөлөн чийглэг байсан боловч наад зах нь 9 удаагийн хүйтрэлт болсон ба 10000-15000 жилээс дулаарсан	Зөөлөн, чийглэг гэхдээ үе үе ган, зуд тохиолдсон байжээ	Эрс тэс боловч чийгдүү дулаан	Эрс тэс, хуурайвтар дулаан	Эрс тэс, хуурайвтар дулаан	Эрс тэс, хуурайвтар дулаан	Эрс тэс, хуурайвтар дулаан	Эрс тэс, хуурайвтар дулааралт эрчимжсэн (+2.2°C дулаарсан)
Геологийн орчин								
Геологи орчинд өрнөсөн үйл ажиллагаа	1,2,3,6,7	1,3,4,5,7,8	5,8,4	4,5,8	4,5,8	4,5	5,8,9,10,11, 12,13,14,15, 16	5,8,10,11,12, 13,14,15,16, 17

Таних тэмдэг



– Онгон байгаль



– Бүрэлдэх эхлэл тавигдсан геологи орчин



– Бүрэлдэж эхэлсэн геологи орчин



– Бүрэлдсэн геологи орчин



– Өөрчлөгдөж буй геологи орчин



– Экологийн хямралт геологи орчин

- 1- хүн амын суурьшилгүй
- 2- хүн ам суурьшилийн эхлэл
- 3- мал аж ахуй эрхлэлт
- 4- газар тариалангийн эрхлэлт
- 5- бэлчээрийн мал аж ахуй
- 6- чулуу олборлолт, засалт
- 7- зэс, төмөрийн хүдэр боловсруулалт,
- 8- хот суурин байгуулалт
- 9- атар газар эзэмшилт
- 10- аж үйлдвэржүүлэлт
- 11- төмөр зам, автозам байгуулалт
- 12- эрчимжсэн газар тариалан (усалгаа, бордоо, хоргон устгалт)
- 13- эрчимжсэн мал аж ахуй (фермын аж ахуй)
- 14- эрдэс баялгийн олборлолт
- 15- эрчимжсэн гахай, шувууны аж ахуй
- 16- хотжилт
- 17- бэлэнчлэх сэтгэлгээ

Бидний судалгаагаар түүний хөгжлийн явцыг XX зууны эхний 20 жилийн хугацаанд хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг 4-р хүснэгтэд харууллаа.

4 дүгээр хүснэгт. Монгол орон дахь геологи орчны хөгжлийн явц [7]

Геологи орчны төлөв байдал	2000 он	2010 он	2016 он

Онгон байгаль	<u>377960.8</u> 24.2	<u>371585.0</u> 23.8	<u>372206.0</u> 23.8
Бүрэлдэж хөгжиж байгаа геологи орчин	<u>1173121.2</u> 75.0	<u>1175303.0</u> 75.1	<u>1166178.0</u> 74.5
Өөрчлөгдөж байгаа геологи орчин	<u>6517.0</u> 0.4	<u>7552.0</u> 0.5	<u>10472.0</u> 0.7
Экологийн хямралд орсон геологи орчин	<u>6517.0</u> 0.4	<u>9676.0</u> 0.6	<u>15260.0</u> 1.0

Дээрх хүснэгтээс харахад монгол орон дахь геологи орчны талбай жилээс жилд ихсэхийн зэрэгцээ нэгэнт бүрэлдэж тогтсон геологи орчин экологийн хямралын түвшинд хүртэл өөрчлөгдөж байгаа ба түүний талбай нэмэгдээд байгаа сөрөг шинжтэй зүй тогтол ашиглагдана.

Хүн төрөлхтөн дэлхийн экологийн түүхийг өөрчлөгч цор ганц хүчин зүйл болсон [8]. Үүний Монгол орон дахь илрэл нь дээрх тоо баримтууд юм.

Энэ бол урьд өмнө байгаагүй үзэгдэл. Дэлхийд амьдрал үүссэн цагаас хойш биологийн ямар ч төрөл дангаараа дэлхийн экологийг өөрчилж байсангүй. Хүн төрөлхтөн одоо өөрсдийгөө бурхдын түвшинд хүргэж, нэг шат ахиулахаар буюу Homo Sapiens байхаа больж Homo Deus болохоор зорино [5].

Оросын эрдэмтэн В.И.Вернадский “Ноосферийн тухай хэдэн үг” бүтээлдээ...

Түүхийн явц бидний нүдэн дээр үндсээрээ өөрчлөгдсөн байна. Хүн төрөлхтний түүхэнд хувь хүний чөлөөт сэтгэлгээ хүн төрөлхтний амьдралыг тодорхойлдог ба үнэн шударгын тухай түүний хэмжүүр болох болжээ. Хүн төрөлхтөн бүхэлдээ геологийн хүчирхэг хүчин зүйл болж байна. Нэгдсэн нэг, чөлөөт сэтгэлгээтэй хүн төрөлхтний тусын тулд шим мандлыг өөрчлөн шинэчлэх асуудал түүний оюун ухаан, хөдөлмөрийн өмнө дэвшигдэн ... ирлээ. Бидний өөрөө мэдэлгүй ойртож очиж байгаа шим мандлын энэ шинэ төлөв байдал нь <Ноосфер> юм гэжээ [9].

Францын математикч, философич Э.Леруа 1927 онд шим мандлын геологийн хөгжлийн орчин үеийг “Ноосфер” гэж нэрлэсэн байдаг. Бараг 100 жилийн өмнөөс эрдэмтэд шим мандлын хөгжлийн шинэ төлөвийг төсөөлж, улмаар хүн төрөлхтөн дэлхийд цоо шинэ мандал үүсгэх болно гэдгийг зөгнөж байжээ.

Өнөөдөр энэ нь зөвхөн шим мандлаар хязгаарлагдахгүй Дэлхийг бүхэлд нь хамарсан шинэ мандлыг Homo Sapiens-чүүд буй болгож байна.

ШҮҮН ХЭЛЦЭХҮЙ

Хүн төрөлхтөн өнөөдөр Дэлхийг бүрэн эзэгнэжээ. Түүнийг маш эрчимтэйгээр экосистемийн хувьд өөрчилж байна. Өөрөөр хэлбэл ноосферийг буй болголоо. Ноосфер гэсэн үгийг “оюунлаг мандал” хэмээн эх хэлнээ буулгах санал гаргаж байна.

Хүмүүн бид шинээр буй болгож байгаа оюунлаг мандалд Уругвайн улс төрийн зүтгэлтэн, биохимич, зохиолч Эдуардо Галеоно (1940-2015 он)-гийн хэлснээр “Бид оршуулга нь талийгаачаасаа чухал, царай нь ухаанаасаа чухал, хурим нь хайраасаа чухал ертөнцөд амьдарч байна. Бид агуулгыг юман чинээ тоодоггүй, гоёмсог сав баглаа боодлын гоёлд амьдарч байна”.

Ийм амьдрал Дэлхийн экосистемд аюул учруулж байгаа билээ.

Оюунлаг мандлын геологийн шинжлэх ухааны үүднээс инженер геологийн шинжлэх ухаан судална. Инженер геологийн шинжлэх ухаан нь хүн төрөлхтний нийгэм-эдийн засгийн тулгамдсан асуудлыг шууд шийдвэрлэхэд оройлох үүрэг гүйцэтгэдэг шинжлэх ухааны нэг юм. Иймээс хүн төрөлхтний буй болгож байгаа, эсвэл буй болгочихоод байгаа дэлхийн цоо шинэ мандал болгох оюунлаг мандлын тогтвортой хөгжих геологийн суурь шинжлэх ухааны судалгааг инженер геологичид гүйцэтгэж ирсэн, цаашид ч гүйцэтгэх юм.

Манай оронд инженер геологийн шинжлэх ухаан олон чиглэлээр нутагшин хөгжиж ирсэн боловч монголын түүхийн үечлэлийн Ардчилсан Монгол Улсын өнөөгийн цаг үед түүний хөгжил зогсонги байдалд байгааг Монгол Улсын гавьяат барилгачин, ахмад инженер геологичдын нэг С.Должин “...энэ байдалд Яам дүгнэлт хийж Монголын инженер-хайгуулын албыг аврах уу яах вэ гэдэг асуудал тулаад байна” гэсэн дүгнэлт хийсэн байна [10].

Иймээс манай инженер геологичид урагшаа эрч хүчтэй тэмүүлж оюунлаг мандлын геологийн суурь судалгааг шинэ түвшинд гарган хөгжиж сайхан ирээдүй байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Хүн төрөлхтөн Дэлхийг бүрэн эзэгнэж түүний хөгжилд цоо шинэ Оюунлаг мандлыг буй болгож байна.
2. Энэхүү оюунлаг мандлын геологийн суурь судалгааг инженер геологийн шинжлэх ухааныг эзэмшсэн инженерүүд, судлаач-эрдэмтдийн баг гүйцэтгэж байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Юваль Ной Харари. Хүн төрөлхтний товч түүх. Монсудар. 2017. 516 тал
- [2]. Деревянко А.П, Петрин В.Т, Цэвээндорж Д, Девяткин Е.В, Ларичев В.Е, Васильевский Р.С, Зенин А.Н, Гладышев С.А. Палеолит и неолит северного побережья допины озер. Новосибирск, 2000, стр. 216-217
- [3]. Батсүх Н. Инженер геологийн шинжлэх ухааны хөгжил, Улаанбаатар, 1998, 81 тал.
- [4]. Батсүх Н. Инженер геологийн шинжлэх ухаан Монголд хөгжсөн нь. Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд. Дугаар 18, Улаанбаатар, 2020. Тал 146-155
- [5]. Юваль Ной Харари. Homo Deus. Маргаашийн товч түүх. Монсудар, 2019. 428 тал
- [6]. Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын тайлан. 2015-2016 он. БОАЖЯ. Улаанбаатар, 2017, 264 тал
- [7]. Батсүх Н. Монгол орон дахь геологи орчны бүрэлдэн тогтсон зүй тогтол, хөгжил. Улаанбаатар, 2020, 253 тал
- [8]. Simon L, Lewis and Mark A, Maslin. “Defining the Anthropocene”, Nature. 519 (2015), 171-80

[9].Вернадский В.И. Ноосферийн тухай хэдэн үг. “Геологи” сэтгүүл. №8, Улаанбаатар, 2003. Орчуулсан Н.Батсүх, С.Гангантогос, тал 215-224

[10]. Должин С. Монголын барилгын инженер-хайгуулын албаны үүсэл, хөгжил 60 жил. Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд. Дугаар 28. Улаанбаатар, 2020. Тал 7-19.

Талархал

ШУТИС-ийн Гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн салбарын 1996 оны төгсөгч, “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-ын Улаанбаатар хот дахь төлөөлөгчийн газрын Захиргаа, аж ахуйн албаны дарга, магистр Гаадамбын Тамирт энэ өгүүллийг бичихэд гүн тусалцаа үзүүлсэнд талархлаа илэрхийлж үүлэн хээтэй хорвоогийн сайн сайхныг хүсье.

ХЭРЛЭН ГОЛЫН ТАТМЫН ХӨРСНИЙ ОРГАНИК БОЛОН ОРГАНИК БУС БОХИРДЛЫН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮДИЙН БАГАНАН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮНГЭЭС

Г.Үүрийнтуяа*, Э. Пүрэв-Эрдэнэ, М.Энхтуяа

ШУА, Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн

**Имэйл: uuriintuya_g@mas.ac.mn*

ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь Хэрлэн голын татам дахь хөрсөнд агуулагдах органик болон органик бус бохирдлын үзүүлэлтүүдийг баганан туршилт ашиглан тодорхойлж, орон зай, шинж чанарын хувьд ялгаатай цэгүүдийн дүнг харьцуулахад оршино. Уг туршилт 50 хоногийн хугацаанд үргэлжилж эхний 7 хоног өдөр бүр шинжилгээ хийж гүйцэтгэсэн бол дараа нь 2 хоног болон 5 хоногийн зайтайгаар туршилт үргэлжилсэн. Туршилтаар нийт азот, нийт фосфор, перманганатын исэлдэх чанарын агууламжийг тодорхойллоо. Азотын хувьд голын эргийн болон голын татмын хөрсний туршилтын дүнд судалгаанд хамрагдсан нийт талбайн голын татам хэсэгт байрлах цэгүүдийн хөрсний нийт азотын дундаж агууламж өндөр илэрсэн. Мөн нийт туршилтын багануудын дүнд 20-25 дахь өдрүүдэд хамгийн өндөр утгыг зааж цаашдаа буурах хандлагатай байв. Голын татмын цэг буюу эргээс зайтай байрлах цэгүүдийн нийт фосфорын агууламж нь голын эргийн цэгүүдийн нийт фосфорын агууламжаас харьцангуй өндөр илрэлтэй тодорхойлогдсон байна. Судалгааны нэгдүгээр талбай болох Хэрлэн голын эхэн хэсгийн талбайн перманганатын исэлдэх чанарын агууламж дунд, адаг хэсгийн судалгааны талбайтай харьцуулахад бага илэрсэн байна. Мөн голын эрэг хэсгийн цэгүүд нь голын татам хэсгийн цэгүүдээс органик бохирдлын агууламж бага илэрчээ.

Түлхүүр үг: нийт азот, нийт фосфор, хөрс, баганан туршилт

ОРШИЛ

Монгол орны нутаг дэвсгэр байгалийн олон бүс бүслүүртэй бөгөөд газрын гадаргын хотгор гүдгэрийн ялгаа их, өндөршил зэргээс шалтгаалж экосистемийн үндсэн бүрэлдэхүүн болох хөрсөн нөмрөгийн гарал үүсэл, хэв шинж тархалт нь харилцан адилгүй байдаг [1]. Хэрлэн гол нь Багануур, Өндөрхаан, Чойбалсан зэрэг хүн ам төвлөрсөн томоохон хотууд болон сум суурин газруудын аж ахуй, бэлчээрийн мал сүрэг, газар тариалангийн усан хангамжийн эх үүсвэр болдог байна. Ихэнх улс орны усны чанарыг доройтуулах шалтгаан нь цэгэн бохирдуулагч эх үүсвэрээс гадна хур тунадас, элэгдэл, урсац зэрэг цэгийн бус бохирдуулах эх үүсвэрүүд нөлөөлөлдөг байна [2].

Хөрс ба хурдас дахь азотын 90 гаруй хувь нь органик азот байдаг бөгөөд ихэнх ургамал шууд шингээх боломжгүй байдаг. Азот нь гадаргуугийн урсац, усны түвшний хэлбэлзэл, үер зэргийн нөлөөгөөр хөрсөөр дамжин гадаргын усанд бохирдол үүсгэдэг [3]. Хөрсний баганын анализын туршилт нь өөр өөр нөхцөлд хөрсний хэв шинж, чанарыг судлах лабораторийн туршилт юм. Энэхүү туршилтаар хөрсний дээжийг баганад байрлуулж, физик, химийн шинж чанарыг нь тодорхойлохын тулд олон төрлийн шинжилгээг хийж гүйцэтгэдэг. Уг шинжилгээний зорилго нь хөрсний шинж чанарт нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг тодорхойлох нэг үзүүлэлт болдог. Үр дүнг хөдөө аж ахуй, инженерчлэл, байгаль орчны шинжлэх ухаан зэрэгт судалгааны талбайн хөрсний хэв шинжийг урьдчилан таамаглах загвар боловсруулахад ашиглах боломжтой байна. 1970-д оноос хойш Монгол-Оросын геологийн экспедицийн судлаачид судалж, 1974 онд Шинжлэх Ухааны Академийн, Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэнгийн хөрс судлалын лаборатори

үүсгэн байгуулагдсанаар Монгол орны хөрсний судалгааны үндэс суурь тавигджээ. Хэрлэн голын сав газрын өмнөх судалгааны ажлууд нь 1976 онд Усны хайгуул, төсөл эрдэм шинжилгээний институт “Дорнод аймгийн Хэрлэн сангийн аж ахуйн хөрсний эвдрэлийн судалгааны тайлбар бичиг”, 1981 онд Д. Доржготов ” Хэрлэн голын сав нутгийн хөрсний ус-физикийн шинж. М 1: 1 500 000”, Л.Жанчивдорж нарын “Хэрлэн голын сав нутгийн усны нөөцийг нэгдмэлээр ашиглах, хамгаалах атлас”, 2007 онд Maki нарын “Morphological and physico-chemical characteristics of soils in a steppe region of the Kherlen River basin”, 2016 онд “Хэрлэн голын сав газрын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө” эдгээр бүтээлүүдэд сав газрын хөрсний тухай дурдсан байдаг.

Тус судалгааны ажлын зорилго нь Хэрлэн голын усны чанарт нөлөө үзүүлэх боломжтой цэгийн бус бохирдлын эх үүсвэрийг тодорхойлох үзүүлэлтүүдийн нэг хэсэг нь болох нийт азот, нийт фосфор, органик бохирдол зэргийн агууламжийг голын татмын хөрсөнд баганан туршилтын арга ашиглан тодорхойлох юм. Зорилгын хүрээнд дараах зорилтуудыг дэвшүүллээ: судалгааны талбайг тодорхойлох, сорьц цуглуулах, хээрийн зураг авах, лабораторийн туршилт явуулах, нийт азот, нийт фосфор, органик бохирдлын үзүүлэлтүүдийг харьцуулах.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

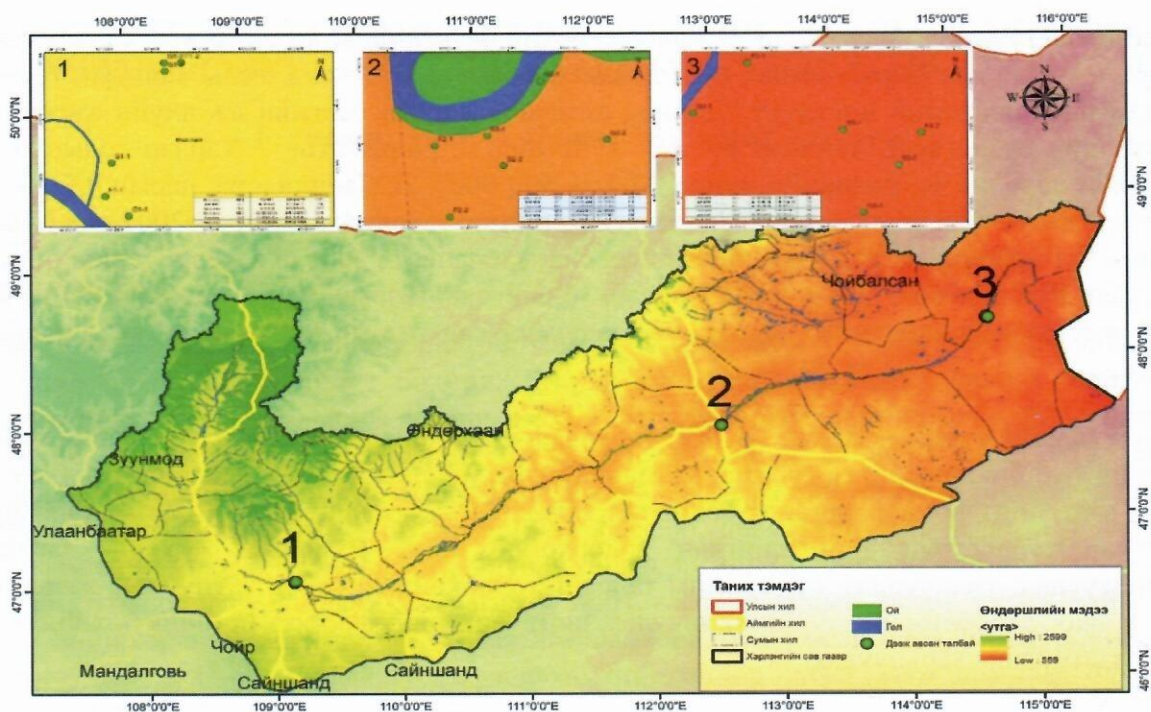
Судалгааны талбай

Хэрлэн голын сав газар нь газарзүйн хувьд Хэнтий нурууны уулархаг их муж, Дорнод Монголын тал хээрийн их мужид багтдаг. Геологийн тогтцын хувьд галт уулын гаралтай интрузив, эффузив тунамал чулуулаг зонхилдог. Дөрөвдөгч галавын сэвсгэр хурдас энэ сав газрын гол хөндий хотгоруудад түгээмэл тархсан. Голын усны урсгалаар бүрэлдсэн дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдас нь элс, сайрга, шаварлаг-элсэнцэр бүрэлдэхүүнтэй байдаг. Уулархаг гадаргатай, кембери ба палезой, мезозойн настай, метаморфи, карбонатлаг галт уулын, ан цавтай хадархаг хурдастай [4]. Хэрлэн голын эх хэсэгт уул тайгын хөрс зонхилдог бөгөөд ихэнх хэсэг нь хүрэн, цайвар хүрэн хөрстэй байна. Тус сав газарт бэлчээрийн талбай өндөр хувийг эзэлдэг.

Хэрлэн голын эхэн, дунд, адаг хэсэгт судалгааны гурван талбайг сонгож 2022 оны 8 дугаар сард хээрийн судалгаагаар 18 сорьц цуглуулж, баганан анализын туршилтыг хийж гүйцэтгэлээ (Зураг 1).

Хээрийн судалгааны арга зүй

Судалгааны талбайг суурьшлын бүсийн нөлөө, бэлчээр, хөдөө аж ахуй зэргийн нөлөөг харгалзан сонгосон. Сорьц цуглуулахдаа голын татамд 10x10 м харьцаатай талбайг хэмжиж малын өтөг бууцтай, ургамалтай, атаршсан хэсгүүдийг сонгосон. Сорьцын хэмжээ нь 10 см диаметртэй, гүн нь 10-15 см байв. Сорьцыг туршилт хүртэл гэрэлгүй орчинд хадгалж лабораторийн туршилтыг эхэлсэн. Хээрийн судалгааны ажлын хүрээнд дараах хэмжилтүүдийг судалгааны талбайд хийж гүйцэтгэсэн. Үүнд: Судалгааны талбайтай танилцаж, солбицол болон фото зураг авч орчны байдлыг тодорхойлох; баганан анализад шаардлагатай хөрсний дээж цуглуулах;



Зураг 1. Сорьц цуглуулсан цэгүүдийн байршил

Лабораторийн анализын арга зүй

Шим бохирдолтын үзүүлэлтүүдийг суурин лабораторид гидрохимид өргөн хэрэглэгддэг, мэдрэх чадвар, нарийвчлал сайтай уламжлалт эзлэхүүний болон спектро фотометрийн аргыг ашиглан тодорхойлсон (Зураг 2). Лабораторийн туршилтыг нийт 50 хоног хийж гүйцэтгэсэн. Дараах арга аргачлалын дагуу баганаан анализыг хийж гүйцэтгэнэ: Лабораторид сорьцыг хөдөлгөөнгүй байршуулна; баганаан цилиндрт бэлдсэн сорьцод 1600 мл нэрмэл ус нэмнэ; 24 цагийн дараа 200 мл усыг цилиндрт авч шим бохирдлын үзүүлэлтүүдийг тодорхойлно; эхний 7 хоног өдөр болгон шинжилгээг хийж, заасан шугам хүртэл нэрмэл усыг нэмнэ; дараа нь мөн адил 9/11/13/15/20/25/30/35/40/45/50 дахь өдрүүдэд шинжилгээг хийж гүйцэтгэнэ;



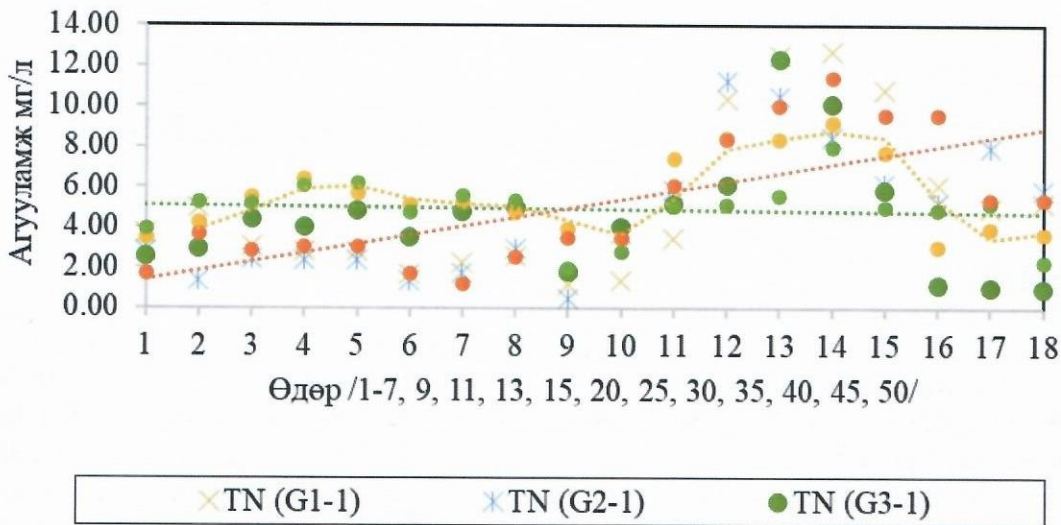
Зураг 2. Сорьц бэлтгэл

ҮР ДҮН

Хэрлэн голын татамд сонгосон судалгааны талбайгаас цуглуулсан сорьцод нийт азот, нийт фосфор, перманганатын исэлдэх чанарыг тодорхойллоо. Уг туршилт нь нийт 50 хоногийн турш үргэлжилсэн бөгөөд тухайн гурван талбайн хөрсний ялгаатай бүрхэвчтэй хэсгүүдээс цуглуулсан 18 сорьцод туршилт, шинжилгээг хийж үр дүнг гаргасан.

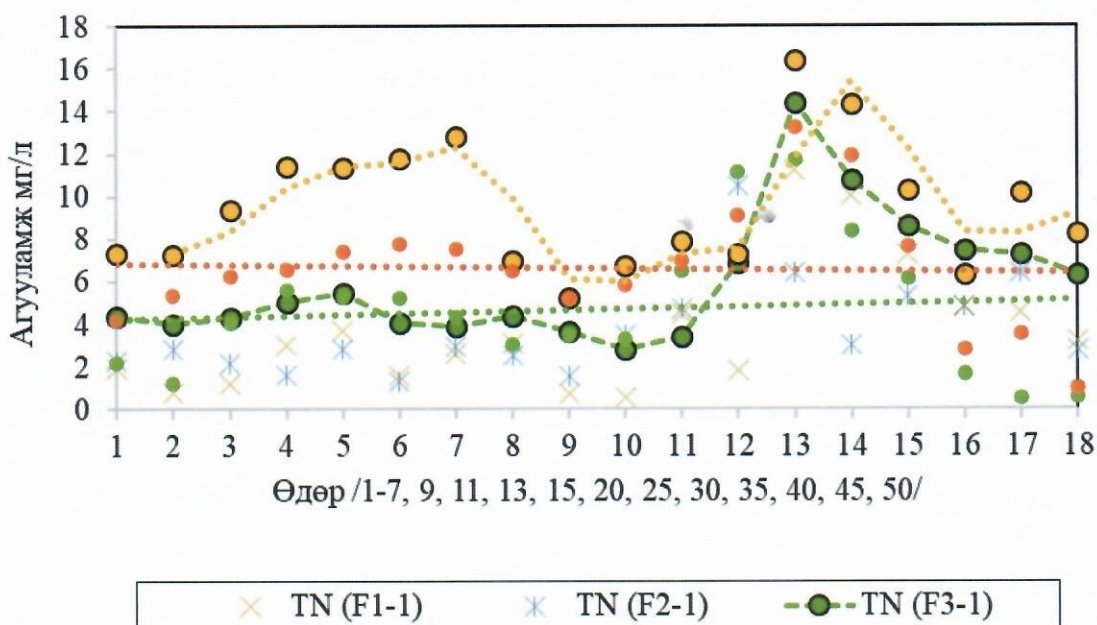
Нийт азот

Нийт азотын агууламжийг тодорхойлоход судалгааны нэгдүгээр талбайн атаршсан цэгүүдийн 50 хоногийн туршилтын үр дүнд голын эргийн болон татмын цэгт 0.54-8.62 мг/л, ургамалтай хөрсөнд 1.16-12.72 мг/л, дараагийн талбайн бууцтай хөрсөнд 0.49-11.71 мг/л агууламжтай байв. Хоёрдугаар талбайн атаршсан хөрсөнд 0.58-9.29 мг/л, ургамлын бүрхэвчтэй хөрсөнд 0.48-11.24 мг/л.



Зураг 3. Ургамалтай цэгүүдийн нийт азотын агууламж харьцуулсан үр дүн

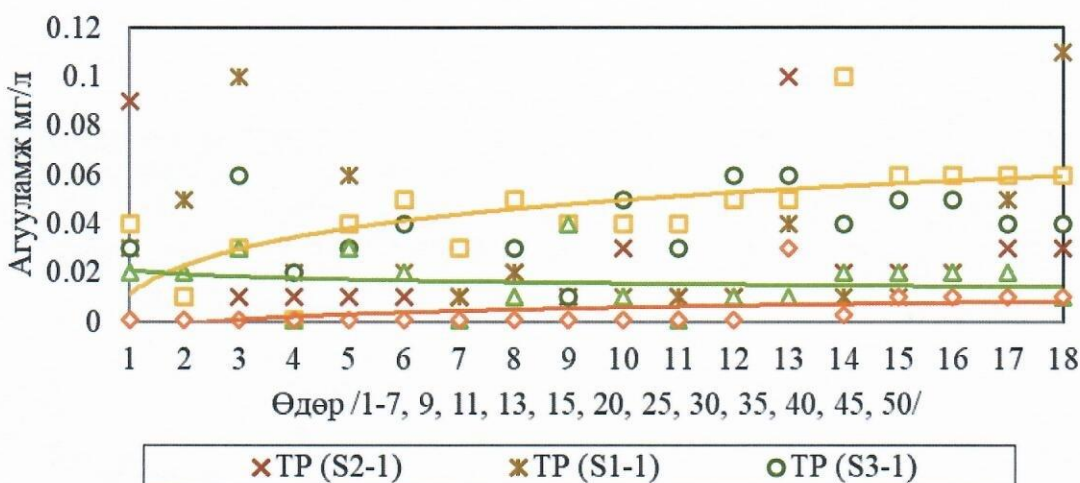
Гуравдугаар талбайн хувьд 0.66-10.84 мг/л, ургамалтай хөрсөнд 0.95-12.35 мг/л, бууцтай хэсэгт 1.00-14.41 мг/л агууламжтай байв. Эдгээр баганаан туршилтуудыг харьцуулахад сорьц цуглуулсан талбайгаас хамааран өөр өөр өдрүүдэд хамгийн өндөр нийт азот илэрсэн боловч бүгд ижилхэн буцаад буурах үзэгдэл нь нитрификацийн улмаас буурсан нь харагдаж байна. Мөн хөрсөнд агуулагдах нийт азот нь тасралтгүй усаар угаагдахад 25-40 хоногийн хугацаанд бүрэн ялгарч байгааг илтгэж байна (Зураг 3, 4). Голын эргийн цэгүүдэд нийт азотын агууламж голын татмын хөрснөөс өндөр ажиглагдаж байна.



Зураг 4. Бууцтай цэгүүдийн нийт азотын агууламж харьцуулсан үр дүн

Нийт фосфор

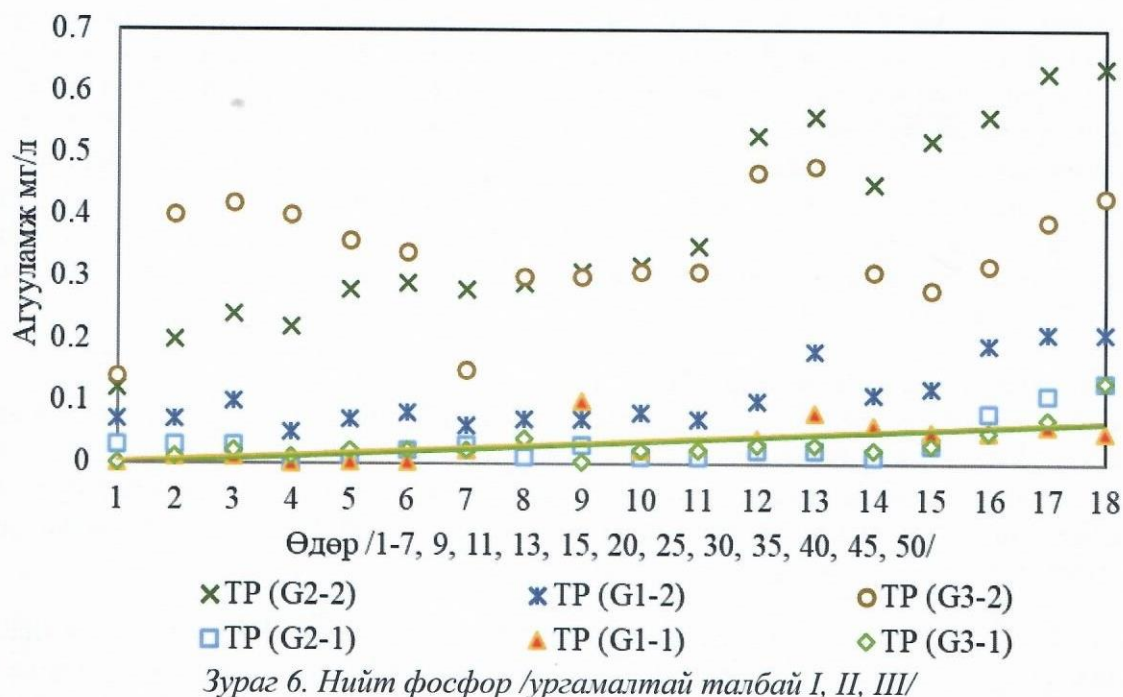
Судалгааны нэгдүгээр талбайн нийт фосфорын агууламж голын эргийн атаршсан цэгт 0.01-0.11 мг/л, дундаж утга нь 0.03 мг/л, голын дунд хэсэгт 0.01-0.10 мг/л, дундаж утга нь 0.03 мг/л, голын адаг хэсэгт 0.01-0.06 мг/л, дундаж утга нь 0.04 мг/л илэрсэн бол голын татамд 0.001-0.04 мг/л, дундаж утга нь 0.02 мг/л, голын дунд хэсэгт 0.001-0.10 мг/л, дундаж утга нь 0.05 мг/л, голын адаг хэсэгт 0.001-0.03 мг/л, дундаж утга нь 0.001 мг/л байв (Зураг 5). Ургамлын бүрхэвчтэй голын эргийн цэгт нийт фосфорын агууламж 0.001-0.10 мг/л, дундаж утга нь 0.03 мг/л, голын дунд хэсэгт 0.001-0.13 мг/л, дундаж утга нь 0.03 мг/л, голын адаг хэсэгт 0.001-0.13 мг/л, дундаж утга нь 0.03 мг/л үр дүн гарсан.



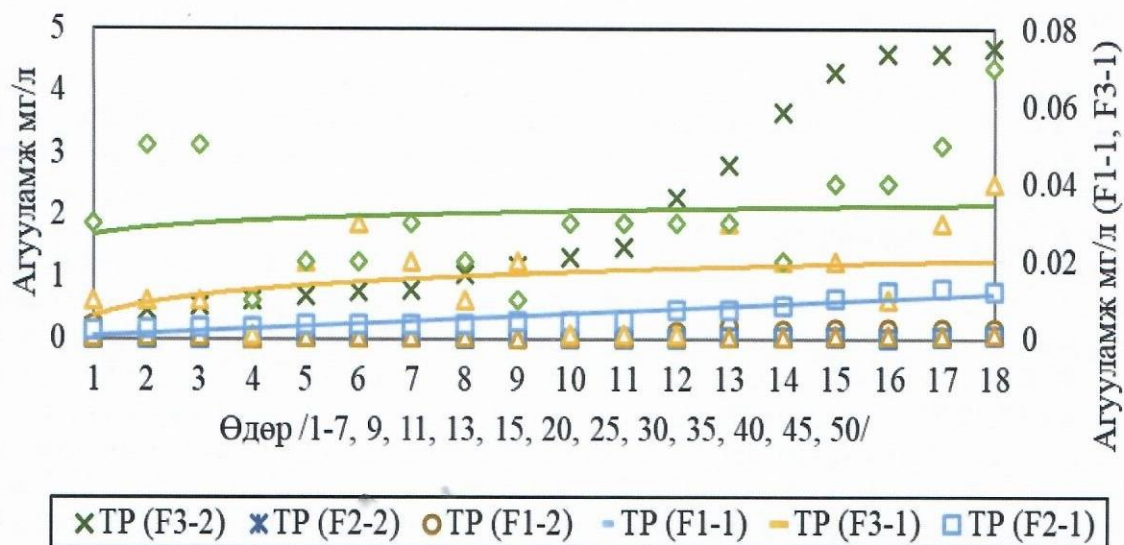
Зураг 5. Нийт фосфор /атаршсан талбай I, II, III/

Эхэн хэсгийн голын татмын ургамалтай сорьцын хувьд 0.05-0.21 мг/л, дундаж утга нь 0.11 мг/л, голын дунд хэсэгт 0.12-0.64 мг/л, дундаж утга нь 0.38 мг/л, голын адаг хэсэгт 0.14-0.48 мг/л, дундаж утга нь 0.34 мг/л байв (Зураг 6). Голын татмын цэг буюу эргээс

зайтай байрлах цэгүүдийн нийт фосфорын агууламж нь голын эргийн цэгүүдийн нийт фосфорын агууламжаас харьцангуй өндөр илрэлтэй тодорхойлогдсон байна.



Голын эхэн хэсгийн бууцтай голын эргийн цэгт нийт фосфорын агууламж 0.001-0.04 мг/л, дундаж утга нь 0.02 мг/л, голын дунд хэсэгт 0.14-0.80 мг/л, дундаж утга нь 0.38 мг/л, голын адаг хэсэгт 0.01-0.07 мг/л, дундаж утга нь 0.03 мг/л үр дүн гарсан. Эхэн хэсгийн голын татмын бууцтай сорьцод нийт фосфор 0.002-0.23 мг/л, дундаж утга нь 0.11 мг/л, голын дунд хэсэгт 0.01-0.08 мг/л, дундаж утга нь 0.05 мг/л, голын адаг хэсэгт 0.19-4.60 мг/л, дундаж утга нь 2.00 мг/л байв.



Голын эхэн хэсгийн бууцтай голын эргийн цэгт нийт фосфорын агууламж 0.001-0.04 мг/л, дундаж утга нь 0.02 мг/л, голын дунд хэсэгт 0.14-0.80 мг/л, дундаж утга нь 0.38

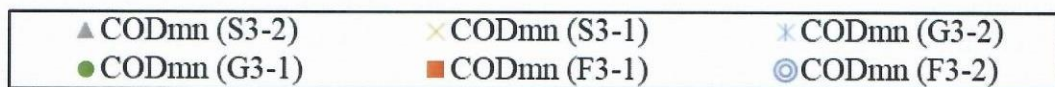
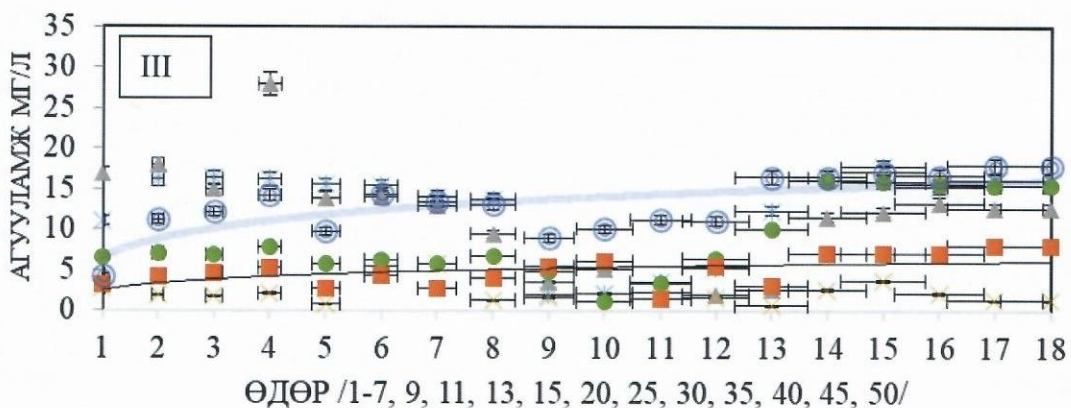
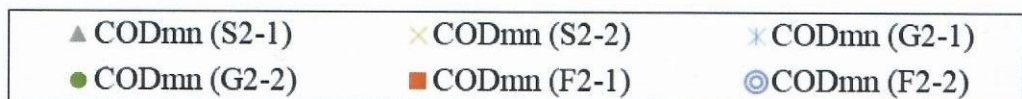
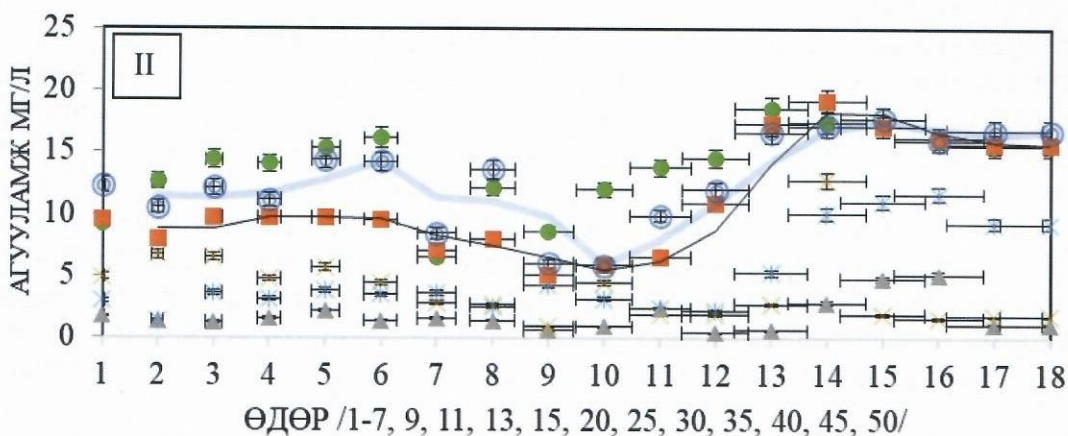
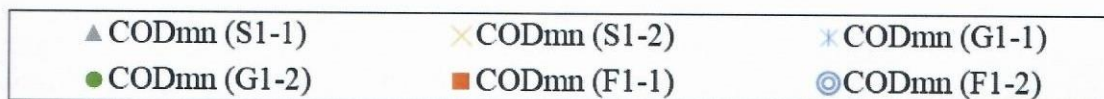
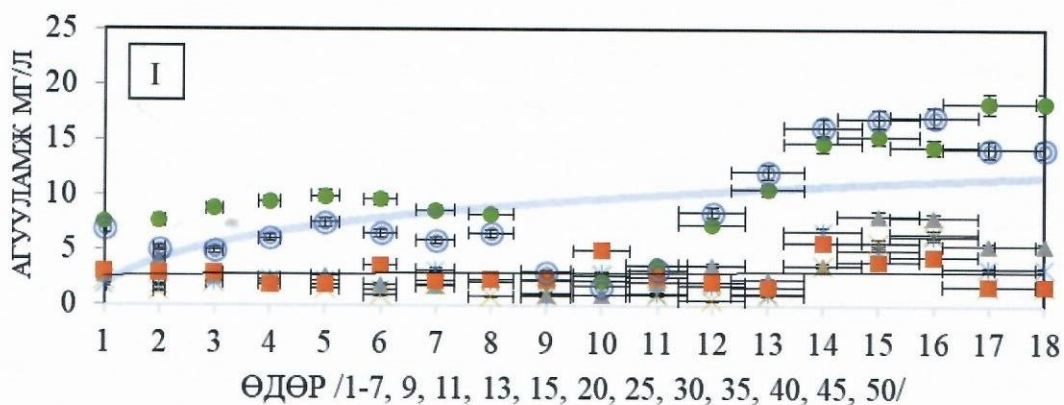
мг/л, голын адаг хэсэгт 0.01-0.07 мг/л, дундаж утга нь 0.03 мг/л үр дүн гарсан. Эхэн хэсгийн голын татмын бууцтай сорьцод нийт фосфор 0.002-0.23 мг/л, дундаж утга нь 0.11 мг/л, голын дунд хэсэгт 0.01-0.08 мг/л, дундаж утга нь 0.05 мг/л, голын адаг хэсэгт 0.19-4.60 мг/л, дундаж утга нь 2.00 мг/л байв. Голын эх ба адаг хэсгийн голын эргийн цэгт нийт фосфорын агууламж бага байсан бол голын татам хэсгийн нийт фосфор харьцангуй өндөр тодорхойлогдсон. (Зураг 7). Хөрсний нийт фосфорын агууламжид бордоо хэрэглэх, ургамлын шингээлт, микробын идэвхжил, орчин рН, өгөршил зэрэг янз бүрийн хүчин зүйлүүд нөлөөлж болно. Газар тариаланд өргөн ашиглагддаг фосфорын агууламжтай бордоо мөн хөрсний бичил биетүүд органик бодисыг эрдэсжүүлснээр фосфор ялгаруулж хөрсний нийт фосфорын агууламжийг нэмэгдүүлдэг. Харин агууламж буурах процессын хувьд ургамал хөрснөөс фосфорыг шингээх, хөрсний шүлтлэг орчин зэрэг нөхцөлүүдийн улмаас нийт фосфорын агууламжийн хэлбэлзэлд хүргэх боломжтой байна [5].

Перманганатын исэлдэх чанар /ПИЧ/

Хөрсний перманганатын исэлдэх чанарыг тодорхойлсноор тухайн хөрсний чанар, органик бохирдлыг үнэлэх нэг үзүүлэлт болдог. Хөрсний баганын шинжилгээнд перманганатын исэлдэх чанарын агууламж нь хөрсний органик бодисын ялгаруулалт, бохирдол, шим тэжээлийн ялгаруулалтын улмаас цаг хугацааны явцад өөрчлөгдөх боломжтой [6].

Голын эргийн болон татмын атаршсан бүрхэвчтэй хөрсний ПИЧ-ын агууламжийн дундаж утга нь 2.14-3.4 мг/л, хамгийн их утга нь 6.56-8.16 мг/л, хамгийн бага утга нь 0.48-0.96 мг/л, ургамлын бүрхэвчтэй хөрс дундаж утга нь 2.73-9.84 мг/л, хамгийн их утга нь 6.72-18.4 мг/л, хамгийн бага утга нь 0.80-2.24 мг/л, малын бууцтай хөрс дундаж утга нь 2.90-8.72 мг/л, хамгийн их утга нь 5.76-17.12 мг/л, хамгийн бага утга нь 1.60-1.76 мг/л. Хоёрдугаар талбайн голын эргийн болон татмын атаршсан бүрхэвчтэй хөрсний дундаж утга нь 1.83-3.93 мг/л, хамгийн их утга нь 5.12-12.80 мг/л, хамгийн бага утга нь 0.48-0.96 мг/л, ургамлын бүрхэвчтэй хөрс дундаж утга нь 5.80-13.88 мг/л, хамгийн их утга нь 11.68-18.56 мг/л, хамгийн бага утга нь 1.36-6.56 мг/л, малын бууцтай хэсгийн дундаж утга нь 11.17-12.86 мг/л, хамгийн их утга нь 17.76-19.20 мг/л, хамгийн бага утга нь 5.12-5.92 мг/л илэрсэн байна.

Голын эргийн болон татмын атаршсан бүрхэвчтэй хөрсний ПИЧ-ын агууламжийн дундаж утга нь 2.14-3.4 мг/л, хамгийн их утга нь 6.56-8.16 мг/л, хамгийн бага утга нь 0.48-0.96 мг/л, ургамлын бүрхэвчтэй хөрс дундаж утга нь 2.73-9.84 мг/л, хамгийн их утга нь 6.72-18.4 мг/л, хамгийн бага утга нь 0.80-2.24 мг/л, малын бууцтай хөрс дундаж утга нь 2.90-8.72 мг/л, хамгийн их утга нь 5.76-17.12 мг/л, хамгийн бага утга нь 1.60-1.76 мг/л. Хоёрдугаар талбайн голын эргийн болон татмын атаршсан бүрхэвчтэй хөрсний дундаж утга нь 1.83-3.93 мг/л, хамгийн их утга нь 5.12-12.80 мг/л, хамгийн бага утга нь 0.48-0.96 мг/л, ургамлын бүрхэвчтэй хөрс дундаж утга нь 5.80-13.88 мг/л, хамгийн их утга нь 11.68-18.56 мг/л, хамгийн бага утга нь 1.36-6.56 мг/л, малын бууцтай хэсгийн дундаж утга нь 11.17-12.86 мг/л, хамгийн их утга нь 17.76-19.20 мг/л, хамгийн бага утга нь 5.12-5.92 мг/л илэрсэн байна. Гуравдугаар талбайн атаршсан бүрхэвчтэй хөрсний дундаж утга нь 2.27-11.42 мг/л, хамгийн их утга нь 5.76-28.0 мг/л, хамгийн бага утга нь 0.64-1.92 мг/л, ургамлын бүрхэвчтэй хөрсний дундаж утга нь 8.7-12.5 мг/л, хамгийн их утга нь 16.0-17.7 мг/л, хамгийн бага утга нь 1.12-1.92 мг/л, малын бууцтай хэсгийн дундаж утга нь 4.98-13.14 мг/л, хамгийн их утга нь 8.0-17.92 мг/л, хамгийн бага утга нь 1.44-4.32 мг/л (Зураг 8).



Зураг 8. ПИЧ-ын агууламж /Талбай-I, II, III/.

ПИЧ-ын агууламж нэмэгдэх боломжуудын хувьд ургамлын үлдэгдэл, бууц зэрэг органик бодисууд нь бичил биетний нөлөөгөөр задралд ордог ба цаг хугацааны явцад органик нэгдлүүдийг ялгаруулдаг байна [6]. Нийт туршилтын багануудын хувьд ПИЧ-ын агууламж нь буураад ихсэх зүй тогтол ажиглагдсан бөгөөд цаг хугацааны явцад хөрсний исэлдэж болох манганы нэгдлүүд исэлдэх эсвэл хувирах процесст орж ПИЧ-ын агууламж буурахад хүргэдэг бөгөөд хөрсний рН, бичил биетний идэвхжил зэрэг хүчин зүйлс нөлөөлж болно [7].

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Энэхүү аргыг дэлхий дахинд түгээмэл ашигладаг бөгөөд бидний туршилтын ажил нь ялгаатай хөрсний бүрхэвчүүдийн хувьд ургамал, бууцтай хөрсөнд агуулагдах дээрх үзүүлэлтүүдийн агууламж атаршсан хөрстэй харьцуулахад өндөр илэрсэн. Тухайн баганан хөрсний туршилт нь шингээх, шилжих, угаагдах, задрах зэрэг процессуудын харилцаа холбоог агууламжид хэрхэн нөлөөлж буйг шинжлэн дүгнэсэн. Бусад ижил төстэй сүүлийн үеийн судалгааны ажлуудаас дурдахад 2019 онд Shihe Li нарын байгаль орчны эрсдэлийг үнэлэх зорилгоор фосфор агуулсан нийлмэл материалаар хөдөлгөөнгүй бохирын лаг дахь хүнд металл, ургамлын шимт бодисын уусалтын шинж чанарыг баганан анализыг ашиглаж судалсан [8]. Мөн Yuereng Li нарын туршилтаар том, дунд, нарийн ширхэгтэй элс гэсэн гурван хөрс сонгож баганан анализын аргаар азотот нэгдлүүдийн шилжилтийг тодорхойлжээ. 2021 онд Liuyi Zhang нар Азотын (N) хуримтлал нь микро элемент (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb) -ийн шилжилт хөдөлгөөн, азотын хуримтлал нь микро элементийн шилжилтэд нөлөө үзүүлэх эсэхийг илрүүлэхийн тулд баганан анализын туршилтыг ашиглаж усны түвшний хэлбэлзлийн бүс дахь хөрсөнд хийж гүйцэтгэсэн [9]. Zengyu Zang нар гурван удаагийн давтамжтай (6/12/ 18 хоног) үед усны хэлбэлзэлд элсэрхэг хөрсөнд баганын туршилтаар бохирдлын зэрэг N хувирлыг судалсан. 2022 онд Yuereng Li нар гүний усны хэлбэлзлийн бүсэд баганан анализын туршилтаар дамжуулан азотын шилжилт ба хувирлын үйл явцад дүн шинжилгээг хийжээ [10].

ДҮГНЭЛТ

Уг туршилтын үр дүнг харьцуулан дүгнэхэд нийт азотын агууламж голын татам хэсэгт илүү өндөр илрэх хандлагатай атаршсан, ургамалтай, бууцтай гэсэн өөр өөр бүрхэвчүүдийн ялгааг авч үзвэл илүү өндөр агууламж нь бууцтай цэгүүд дараа нь ургамалтай цэгүүд тодорхойлогдсон бөгөөд бага агууламжтай нь атаршсан цэгүүд байв. Үүнээс үзэхэд хөрсөнд агуулагдах азотот нэгдлүүдийн агууламж нь хөрсний шинж чанараас гадна бүрхэвчийн ялгаа, байршлын ялгаанаас хамааран өөр өөр агууламжтай илэрчээ. Нийт фосфорын агууламжийн хувьд Хэрлэн голын эхэн хэсгийн судалгааны талбайгаас сонгосон цэгүүдэд 0.001-0.06 мг/л, дунд хэсэгт 0.001-0.64 мг/л, адаг хэсэгт 0.001-4.60 мг/л нийт туршилтын хугацаанд тодорхойлогдсон. Тус туршилтын явцыг хөрсний онцлог бүрхэвчээр ялган ангилахад атаршсан цэгүүдэд бага илрэлтэй, ургамалтай цэгүүдэд дунд зэрэг, бууцтай цэгүүдэд хамгийн өндөр илрэлтэй ажиглагдсан. Мөн атаршсан цэгүүдийн нэг онцлог нь голын эрэг хэсгийн сорьцуудад нийт фосфор өндөр байсан бол ургамалтай, бууцтай цэгүүдэд голын татам хэсгийн цэгүүдэд нийт фосфорын агууламж өндөр илэрсэн. Органик бохирдлын үзүүлэлтийн туршилтын дүнд нэгдүгээр судалгааны талбайн голын эргийн атаршсан, ургамалтай, бууцтай цэгүүдийн дундаж утга нь 3.4 мг/л, 2.73 мг/л, 2.90 мг/л тус тус илэрсэн бол голын татам дахь атаршсан, ургамалтай, бууцтай цэгүүдийн дундаж утга нь 2.14 мг/л, 9.84 мг/л, 8.72 мг/л тус тус тодорхойлогджээ. Хоёрдугаар судалгааны талбайн голын эргийн атаршсан, ургамалтай, бууцтай цэгүүдийн дундаж утга нь 1.83 мг/л, 5.80 мг/л,

11.17 мг/л тус тус илэрсэн бол голын татам дахь атаршсан, ургамалтай, бууцтай цэгүүдийн дундаж утга нь 3.93 мг/л, 13.88 мг/л, 12.89 мг/л тус тус тодорхойлогджээ. Гуравдугаар судалгааны талбайн голын эргийн атаршсан, ургамалтай, бууцтай цэгүүдийн дундаж утга нь 2.27 мг/л, 8.7 мг/л, 4.98 мг/л тус тус илэрсэн бол гол татам дахь атаршсан, ургамалтай, бууцтай цэгүүдийн дундаж утга нь 11.42 мг/л, 12.5 мг/л, 13.14 мг/л тус тус тодорхойлогджээ. Судалгааны нэгдүгээр талбай болох Хэрлэн голын эхэн хэсгийн талбайн перманганатын исэлдэх чанарын агууламж дунд, адаг хэсгийн судалгааны талбайтай харьцуулахад бага илэрсэн байна. Мөн голын эрэг хэсгийн цэгүүд нь голын татам хэсгийн цэгүүдээс органик бохирдлын агууламж бага илэрчээ.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Аваадорж Д, , Баасандорж Я "Монгол орны хөрсний судалгааны тойм," Монголын хөрс судлал, pp. 7-15, 2018.
- [2] Guobo Wang, Lei Chen, Qin Huang, Yuechen Xiao, Zhenyao Shen, "The influence of watershed subdivision level on model assessment and identification of non-point source priority management areas," *Ecological Engineering*, pp. 110-119, 2016.
- [3] Dan Shi, Ram Kumar Shrestha, Hikmatullah Obaid, Nader Saad Elsayed, Shouqin Zhong, Mohammad Hanif Hashimi, Yongyi Cheng, Deti Xie, Chengsheng Ni, Junjie Lin, "Characteristics of organic nitrogen fractions in sediments of the water level fluctuation zone in the tributary of the Yangtze River,," *Science of The Total Environment*, pp. 327-333, 2019.
- [4] Усны үндэсний төв, "Хэрлэн голын хөндийн дагуух усалгаатай газар тариаланд тохиромжтой талбайн хөрс, ус мелиорацийн судалгаа," Улаанбаатар, 2014.
- [5] Dan Shi, Ram Kumar Shrestha, Hikmatullah Obaid, Nader Saad Elsayed, Shouqin Zhong, Mohammad Hanif Hashimi, Yongyi Cheng, Deti Xie, Chengsheng Ni, Jiupai Ni, "Valorization of nitrogen-rich melamine as a nitrogen source in the production of maize (*Zea mays* L.)," *Industrial Crops and Products*, p. 116770, 2023.
- [6] Bot, Alexandra "The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food production," Rome, Italy, 2005.
- [7] Sparrow, L. & Uren, Nick. "Manganese oxidation and reduction in soils: Effects of temperature, water potential, pH and their interactions,," *Soil Research*, p. 483, 2014.
- [8] Grey, Nearing, Hoshin V. Gupta, Wade T, Crow, "Information loss in approximately Bayesian estimation techniques: A comparison of generative and discriminative approaches to estimating agricultural productivity," *Journal of Hydrology*, pp. 163-173, 2013.
- [9] Li S, Fang B, Wang D, Wang X, Man X, Zhang X. Leaching Characteristics of Heavy Metals and Plant Nutrients in the Sewage Sludge Immobilized by Composite Phosphorus-Bearing Materials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019; 16(24):5159. <https://doi.org/10.3390/ijerph16245159>
- [10] Lu, Cd., Zhang, Ly., Yan, K. et al. Influence of nitrogen wet deposition on nitrogen output in a typical watershed in the Three Gorges Reservoir Area. *J. Mt. Sci.* 19, 2214–2225 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11629-022-7427-1>

СУДАЛГААГҮЙ ГОЛ ГОРХИ, САЙРЫН ҮЕРИЙН УСЫГ ТООЦОХ АСУУДАЛ

З.Мөнхцэцэг*, Т.Ган-Эрдэнэ*, Б.Мягмарсүрэн**

**МУИС, ШУС, Цаг уур, ус судлалын тэнхим*

***Ус, цаг уур, орчны судалгаа мэдээллийн хүрээлэн, Гадаргын усны судалгааны хэлтэс*

ХУРААНГУЙ

Судалгаагүй буюу олон жилийн ажиглалт хэмжилтгүй гол горхи, сайрын хур борооны үерийн хамгийн их өнгөрөлтийг өндөр нарийвчлалтай тодорхойлох нь ус судлалын инженерийн нарийн бөгөөд төвөгтэй асуудлын нэг юм. Үерийн урсац үүсэх нөхцөл нь нэг талаас цаг агаарын үзэгдэл процессоос нөгөө талаас гадаргын бүрхэвчийн орон зай, цаг хугацааны хувьсалтай холбоотой байдаг. Энэхүү судалгаанд хуурай сайрын үерийн урсацыг манай орны хувьд өргөн ашигладаг, туршиж баталгаажсан хур борооны эрчимшлийн арга болон Дэлхийн цаг уурын байгууллагаас санал болгодог SCS аргаар тооцож харьцуулав. Тухайн аргачлалуудын тооцооллод гол оролтын болдог 1%-ийн хангамшил дахь хур тунадсыг экстермаль утгын аргаар тооцов.

Судалгааны үр дүгээс үзэхэд ашигласан аргачлалууд төсөөтэй үр дүн гаргасан ба SCS аргын хувьд оролтын өгөгдөл болдог хөрсний гидрологийн нөхцөлийг манай орны нөхцөлд сайжруулан судлах шаардлагатай байна. Хур борооны их утгыг экстермаль утгын аргаар тооцсон нь богино хугацаанд эрчимшил ихтэй болж өөрчлөгдөж байгаа хур тунадасны горимд тохиромжтой арга болж байна. Цаашид эдгээр аргыг уур амьсгал, газарзүйн ялгаатай газруудад туршиж ажиглалтын утгаар баталгаажуулах нь зүйтэй.

Түлхүүр үг: хур борооны урсац, эргэн давтагдах түвшин, тархалт

ОРШИЛ

Говийн бүсэд, эрчимшил ихтэй их хэмжээний аадар борооны улмаас жижиг гол сайрууд гэнэт хүчтэй үерлэж, нийгэм эдийн засагт ихээхэн хохирол учруулж байсан тохиолдол цөөнгүй бий. Сүүлийн жилүүдэд Монгол орны Говийн бүсэд уул уурхай болон түүнийг дагалдан өрнөж буй дэд бүтцийн хөгжлийн байдалтай уялдан байгаль орчныг хамгаалах, нөлөөллийг үнэлэх, том жижиг шинэ төслүүдийн усан хангамж, бохир ус зайлуулалт, үерийн барилга байгууламжийн ажиглалт, хэмжилт, шинжилгээ судалгааны ажилд үерийн эрсдэлийг тооцох нь чухлаар тавигдаж байна. Гэвч говийн бүсийн ихэнх сайр, жалгуудад байнгын судалгаа хэмжилт хийдэггүй тул үерийн хэмжээг тооцооллын аналитик аргуудаар тооцоор ирсэн билээ.

Монгол оронд хаврын шар усны, хур борооны үер ба уруйн үер гэсэн байгаль, цаг уурын гаралтай гурван төрлийн үер тохиолдоно. Шар усны үер нь хайлсан цас мөсний улмаас голын урсац, усны түвшин харьцангуй урт хугацаанд нэмэгдэн үерлэхийг хэлнэ. Хур борооны үер нь Эрчимшил ихтэй хур борооноос голын урсац, түвшин богино хугацаанд нэмэгдэн заримдаа голын ус эргээ хальж хуурай, сайрууд түр урсгалтай болохыг хэлнэ. Усны үерийн дийлэнх хувь буюу 75 орчим хувь хур борооноос гаралтай байдаг. Манай орны гол мөрний сав газар үүсэх хур борооны үер нэг хоногт 40-120 мм, түүнээс их хэмжээтэй орсон борооноос үүснэ. Хур борооны үерийн хэмжээнд хур борооны эрчимшил ба гадаргуугийн нөхцөл

Хур борооны үерийн хамгийн их урсацыг тооцох арга, загварчлалыг боловсронгуй болгох чиглэлээр олон арван эрдэмтэд судалгаа шинжилгээний ажил хийсэн байдаг бөгөөд харин манай орны говийн бүс нутагт энэ чиглэлийн тооцоо судалгаа дутагдалтай байдаг.

Экстермаль утгын онол нь статистикийн нэг чухал салбар бөгөөд 1950-аад оноос энэхүү аргыг шинжэх ухааны олон салбарт өргөнөөр ашигласаар ирсэн [2].

Усны урсацын экстермаль утга болох үер, ган зэрэг үзэгдлүүдийн давтамж, тохиолдох магадлалыг тодорхойлох нь усны нөөцийг ашиглалттай холбоотойгоор усны барилга байгууламж, гидрвалик бүтцийг төлөвлөхөд гол мэдээлэл болдог [1].

. Сав газрын дүрсзүйн үзүүлэлтэнд голын урт, голын сүлжээний нийлбэр урт, хэвгий, сав газрын урт, хамгийн их ба дундаж өргөн, талбай, дундаж өндөр зэрэг багтана (Т.Цэнгэл, 2013).

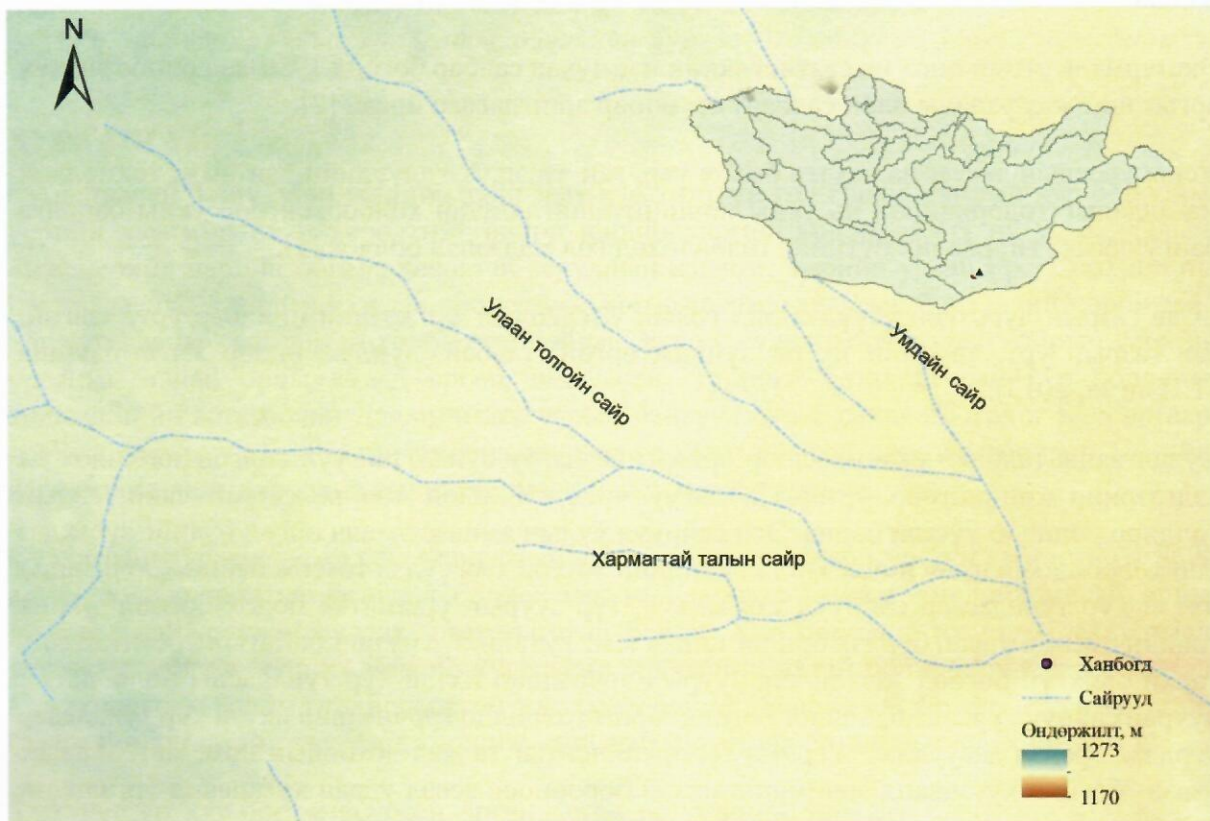
Судалгааны талбайн өмнө хэсгээр өргөргийн дагуу суналттай уул толгод зонхилох ба тэдгээрийн хөндийгөөр уртаргын дагуу чиглэсэн олон тооны хуурай сайр, голын голдирол олноор үүссэн байна. Энэ сайрууд уулын амнаас эх авч өргөн бэлийг зүсэхдээ өөр хоорондоо нэгдэн нийлсээр тал хөндийн хотгор хэсгүүдэд төгсөж байна. Эрчимшил ихтэй хур тунадасаар сайрууд тэжээгдэж, түр зуурын урсгалтай болох бөгөөд энэ нь говийн бүсийн урсац бүрдэх онцлог шинж юм. Тухайн бүс нутагт байнгын урсацтай гол, горхи байхгүй бөгөөд зөвхөн түр зуурын эрчимшил ихтэй хур тунадасны нөлөөллөөр хуурай сайрууд урсацтай болдог бөгөөд зарим тохиолдол эрчимшил ихтэй хур тунадсаар үерлэж, эрсдэл дагуулдаг. Үерийн тодорхойлолтыг гадаад дотоодын ном, материалаас үзвэл "богино хугацаанд эрчимшил ихтэй борооноос эсвэл удаан хугацаанд үргэлжлэх хайлсан цас мөсний улмаас усны түвшин түргэн зуур болон богино хугацаанд эрс нэмэгдэн голын эргээс даван хальж татам болон эрэг орчмын газар орон усанд автахыг хэлнэ гэсэн байдаг [3]. Түүнчлэн үерийн урсац нь богино хугацаанд эрчимшил ихтэй борооноос эсвэл удаан хугацаанд үргэлжлэх хайлсан цас мөснөөс үүсэхээс гадна газар хөдлөлт, хөрсний гулсалт, мөсөн хахаа зэрэг байгалийн үзэгдэл, гамшиг болон далан нурах зэрэг бусад техногенний улмаас үүсэж болзошгүй юм [5].

Судалгааны талбай

Говийн бүс нутгийн 200 км²-аас бага ус хурах талбайтай судалгаагүй гол, сайрын хур борооны үерийн их өнгөрөлтийг Хур борооны хязгаарын эрчимшлийн арга болон SCS аргаар тооцохдоо Өмнөговь аймгийн Ханбогд сумын нутаг дахь Улаан толгойн сайр, Хармагтай тадын сайр болон Умдайн сайрууд дээр гүйцэтгэв (Зураг 1). Усзүйн хувьд эдгээр сайрууд нь Галба-Өөш Долоодын сав газарт хамрагдах ба тус сав газрын УННТ-нд тусгаснаар сав газарт 489 булаг шанд, 30 нуур, цөөрөм байдаг ба тогтмол урсацтай гол, горхи байхгүй ба хур борооны уснаас хамааралтай тогтмол биш ундаргатай цөөнгүй тооны булаг шанд, нуур, цөөрөм байдаг гэж тодорхойлжээ. Галба-Өөш, Долоодын говийн сав газарт тогтмол устай цөөн тооны булаг, шанд, нуур, цөөрөм байдаг ба тэдгээр нь сав газрын зүүн хэсэгт оршдог, нутаг дэвсгэрийн 3.4%- тай тэнцэх хэсэгхэн газарт байдаг. Харин ихээхэн устай аадар борооны нөлөөгөөр хуурай сайруудаар түр зуур үерийн ус урсаж, тэр нь зарим тохиолдолд томоохон хотгор, хөндийн төв хэсэгт нуур болж тогтдог Сав газрын ихэнх хэсэг буюу 97% нь манай орны хур тунадас хамгийн багатай, хуурай уур амьсгал бүхий говь, цөлийн бүсэд оршдог [8].

Судалгааны бүс нутаг нь хур тунадас багатай хуурай уур амьсгал бүхий нутаг дэвсгэрт орших тул гадаргын усны сүлжээ хөгжөөгүй, байнгын урсацтай гол мөрөн байхгүй.

Ихээхэн хур борооноос үүдэн түр зуурын урсац үүсдэг сайр, жижиг хэмжээний нуур тойром үүсдэг онцлогтой бүс нутаг юм. Эдгээр сайруудад хамгийн ойр байх олон жилийн хэмжилттэй цаг уурын Ханбогд харуул байна.

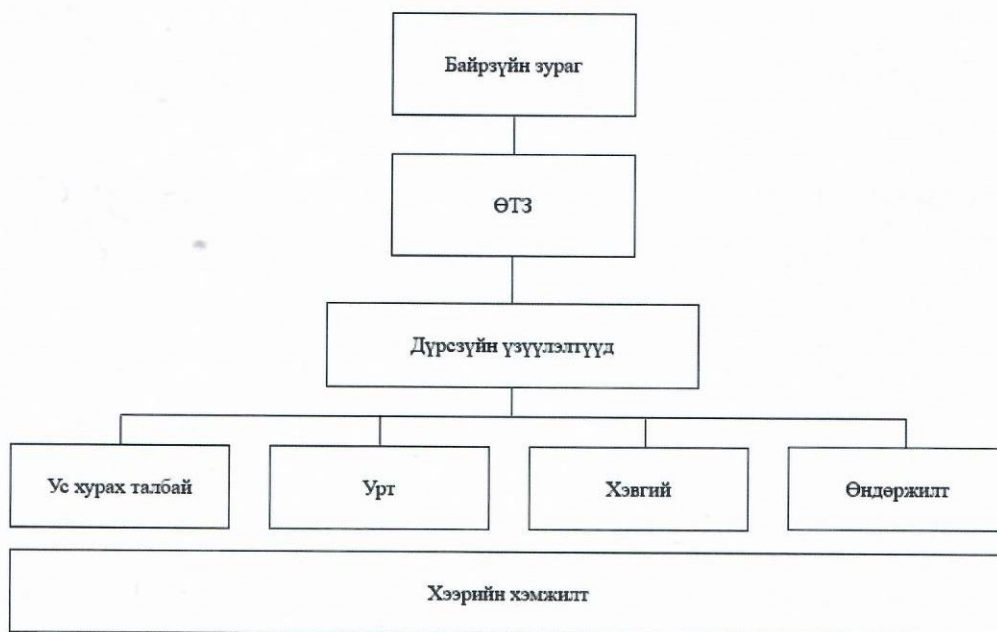


Зураг 1. Судалгаанд авч үзсэн сайрууд

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Судалгааны талбайд хур борооны үерээс үүсэх их урсацыг тооцохдоо 1:100 000 масштабтай топо зургаас дүрсзүйн үзүүлэлтүүдийг тооцож хээрийн хэмжилтээр баталгаажуулсан (Зураг 2).

Мөн тухайн сайрт хамгийн ойр орших Ханбогд цаг уурын харуулын 1978-2018 оны хоногийн нийлбэр хур тунадасны мэдээ, хээрийн хэмжилтээр цуглуулсан дүрсзүйн үзүүлэлтүүдийг ашиглав. Их урсацын тооцоонд хур борооны хамгийн их хэмжээ чухал оролтын мэдээ байдаг бөгөөд энэхүү судалгааны хүрээнд хур борооны хамгийн их хэмжээгээр экстермаль утгын анализыг ашиглаж, үүсэж болох урсацын хамгийн их хэмжээг хур борооны хязгаарын эрчимшлийн арга болон SCS аргаар (Mishra and Signh 2003) тус тус тооцов. Сайрын ус хурах талбай, дээрх арга зүйгээр тооцоолон гаргасан нэг хувийн хангамшилтай их урсац болон янз бүрийн хангамшилтай их үерийн урсацыг 1, 2 ба 5 хувийн хангамшилд тооцов.



Зураг 2. Сайруудын дүрс зүйн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох ерөнхий арга зүй

Энэ нь 100, 50 ба 20 жилд нэг удаа тохиолдох магадлалтай их үерийн хэмжээ юм. Хур борооноос үүсэх үерийн хамгийн их урсацыг “Хур борооны эрчимшлийн арга” болон “SCS арга”-аар тус тус тооцов. Учир нь сайрууд дээр үүсэх хур борооны үерийн урсацыг хэмжсэн хэмжилтгүй тул (Zemzami 2013) үерийн тооцооны үр дүнг харьцуулж баталгаажуулах зорилгоор монгол оронд өргөн ашигладаг дээр дурдсан хур борооны эрчимшлийн арга, дэлхийн цаг уурын байгууллагаас санал болгодог үерийг тооцох SCS аргуудыг ашигласан болно. Үерийн тооцоонд ашигладаг 1%-ийн хангамшил дахь хур борооны хэмжээг экстермаль утгын аргаар тооцоолсон болно. Мөн түүнчлэн үерийн усны урсацыг тооцоход дараах мэдээллүүдийг судлах шаардлагатай. Үүнд:

- Жилд унах нийлбэр хур тунадас
- Сарын нийлбэр хур тунадас
- Хур тунадасны орон зайн тархалт, хуваарилалт
- Үерийн догионы шилжих хугацаа
- Шууд урсац зэрэг мэдээллүүд болно.

Хамгийн их тунадасны тооцоо

Их урсацын судалгаанд хур борооны 1%-ийн хангамшил дахь утга буюу 100 жилд нэг удаа тохиолдох хамгийн их тунадасны хэмжээг ашигладаг. Үүний тулд хур борооны хангамшлын муруйг байгуулж өгөгдсөн хангамшил дахь утгуудыг олох шаардлагатай. Тиймээс судалгаанд хангамшлыг муруйг байгуулахдаа экстермаль утгын анализ буюу GEV загварыг ашигласан болно [2]. Загварыг дараах томъёогоор тооцдог.

$$H_{(\xi, \mu, \Psi)}(x) = \exp \left\{ -(1 + \xi(x - \mu)/\Psi)^{-1/\xi} \right\}, \quad 1 + \xi(x - \mu)/\Psi > 0$$

$$\xi = 0 \text{ Gumbel}, \quad \xi > 0 \text{ Fréchet}, \quad \xi < 0 \text{ Weibull}$$

Уг загвараар хамгийн их утгыг түүхдээ тухайн хугацаанд тохиолдсон хамгийн их утгыг сонгох (block maxima) эсвэл тодорхой босго утгаас (threshold) давсан утгыг сонгодог. Хоногийн нийлбэр хур тунадасны мэдээнээс хамгийн ихийг “block maxima” аргаар түүж үндсэн 3 параметрийг үнэлснээр тархалтыг тодорхойлсон. Тархалтыг тодорхойлсны

дараа тооцоонд ашиглах 1%-ийн хангамшил буюу 100 жилд 1 удаа тохиолдох хур тунадасны хамгийн их утгыг олно. Судалгааны талбайд хамгийн ойр орших Ханбогд цаг уурын харуулын 1978-2018 оны хамгийн их хоногийн нийлбэр тунадасны мэдээг ашиглаж өгөгдсөн хангамшил дахь утгуудыг гаргав.

Хамгийн их урсацыг тооцох “Хур борооны хязгаарын эрчимшлийн арга”

Судалгааны талбай руу орж буй үндсэн сайраар хавар цас хайлах, зун намар эрчимшил ихтэй хур бороо орох үед богино хугацаанд урсац үүсч үер ажиглагдах болно. Хуурай сайраар өнгөрөх хур борооны үерийн урсацын тооцоог манай орны нөхцөлд өргөн ашиглагддаг хур борооны хязгаарын эрчимшлийн аргаар тооцов. Энэ аргыг дараах томъёогоор илэрхийлнэ.

$$Q_{1\%} = q_{1\%} \varphi H_{1\%} \delta p_{1\%}$$

- $Q_{1\%}$ - үерийн их урсац ($\text{м}^3/\text{с}$)
- $q_{1\%}$ - үерийн их урсацын модуль ($\text{л}/\text{с км}^2$)
- φ - үерийн урсацын коэффициент
- $H_{1\%}$ - 1% хангамжтай хоногийн хамгийн их тунадас (мм)
- δ - нууршил, ой, намагшилтын коэффициент
- $p_{1\%}$ - 1%-ийн хангамшлаас шилжүүлэх коэффициент
- F - ус цуглуулах талбай (км^2)

“SCS арга”

Энэхүү арга нь ямар нэгэн талбайд хур борооноос үүсэх шууд урсацыг тооцдог арга юм. Өөрөөр хэлбэл урсац үүсгэгч тунадаснаас тооцоолж гаргадаг (Hooshyar and Wang 2016).

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

- Q – тооцоолсон шууд урсацы хэмжээ ($\text{м}^3/\text{с}$)
- P – хоногийн хамгийн их тунадас (мм)
- S – CN-ээр тооцсон боломжит алдагдлын хамгийн их хэмжээ

Боломжит шууд урсацыг тооцсоны дараа хамгийн их урсацын хэмжээг дараах томъёогоор тооцно.

$$Q_m = k \left(\frac{AQ}{T_p} \right)$$

A – ус хурах талбай (км^2)

Q - шууд урсац ($\text{м}^3/\text{с}$)

T_p – нэгж гидрографийн хамгийн их түвшинд хүрэх хугацаа (цаг)

Энэ хугацааг $T_p = 0.7T_c$ $T_c = 0.02L^{0.77}S^{-0.385}$

L – хамгийн их урт (м)

S - хэвгий

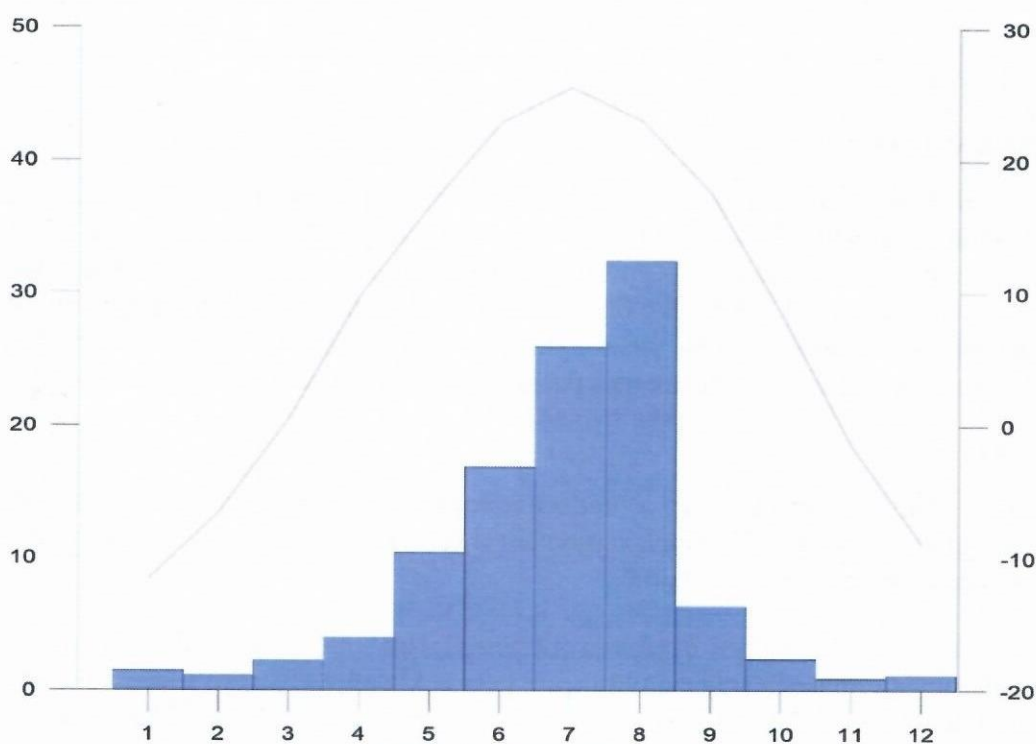
ҮР ДҮН

Сонгон авсан хуурай сайруудын дүрсзүйн үзүүлэлтүүдийг 1:1000 000 байрзүйн зураг болон хээрийн хэмжилтээр тооцож гаргав (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Сайруудын дүрсзүйн үзүүлэлт

№	Гол ба хуурай сайрын нэр	Ус хурах талбайн хэмжээ, км ²	Гол, сайрын урт, км	Гол сайрын хэвгий, ‰
11	Хармагтайн худгийн сайр 2	8.8	1.9	10.20
23	Улаан толгойн худгийн сайр	3.4	2.1	8.3
24	Умдайн сайр	5.2	1.8	8.6

Тус бүс нутагт ихээхэн хэмжээний хур тунадасны улмаас хур борооны түр зуурын урсац үүсэх ба хур тунадасны 90 орчим хувь нь дулааны улиралд буюу 4-9-р сард унадаг (Зураг 3). Түр зуурын урсац үүсэхдээ дулааны улирлын хур тунадасны хэмжээ, эрчимшлээс голчлон хамаарна. Олон жилийн хур тунадасны ажиглалт хэмжилт бүхий Ханбогд цаг уурын харуулын өгөгдлөөс жил бүрийн хамгийн их ажиглагдсан хоногийн нийлбэр тунадасыг түүж, экстермаль утгын аргаар 1%-д харгалзах хур тунадасны утгыг тодорхойлсон.



Зураг 3. Климаграмм

Энэхүү аргаар тооцсон хоногийн их тунадасны эргэн давтагдах түвшин авч үзвэл 1990-2018 оны хур тунадасны мэдээлэл дээр хийсэн үнэлгээгээр 34.2 мм түвшинг 10 жилд дунджаар 1 удаа давдаг байна. Харин 100 жилд 53.1 мм-ийн утгыг 1 удаа давдаг байна (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Эргэн давтагдах түвшин

	95% доод	Цэгэн үнэлэлт	95% дээд
10	25.9	34.2	69.6

20	29.5	40.1	71.4
50	34.7	47.5	79.6
100	37.2	53.1	85.4

Энэхүү тооцооноос үндэслэн хамгийн их тундасны 1%-ийн хангамшил дахь утгыг 53.1 мм-ээр авав. Мөн 2%-ийн хангамшил буюу 50 жилд нэг удаа тохиох хур тунадасны хамгийн их хэмжээг 47.5 мм-ээр байна. 1%-ийн хангамшил дахь хур тунадасны их утгыг олсны дараа 1%-хангамшил дахь их урсац буюу 100 жилд нэг удаа тохиох үерийн хэмжээг Хур борооны хязгаарын эрчимшлийн аргаар тооцоход Улаан толгойн сайрт 3.6 м3/с, Хармагтайн сайрт 2.2 м3/с, Умдайн сайрт 2.9 м3/с гэж тус тус тодорхойлогдсон байна. Харин SCS аргаар тооцож үзэхэд 100 жилд нэг удаа тохиолдох буюу 1%-хангамшил дахь их урсац Улаан толгойн сайрт 3.8 м3/с, Хармагтайн сайрт 2.9 м3/с, Умдайн сайрт 3.3 м3/с байна (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. сайруудын хур борооноос үүсэх хамгийн их урсацын хэмжээ

No	Сайрын нэр	Q _{1%} , м ³ /с	
		Хур борооны эрчимшлийн арга	SCS арга
1	Улаан толгойн сайр	3.6	3.8
2	Хармагтайн сайр	2.2	2.9
3	Умдайн сайр	2.9	3.3

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Өмнөговь аймгийн Ханбогд сумын нутагт орших Улаан толгойн сайр, Хармагтайн сайр болон Умдайн сайрын 1%-ийн хангамшил дахь буюу 100 жилд нэг удаа тохиолдох магадлал бүхий их өнгөрөлтийг Хур борооны хязгаарын эрчимшлийн арга болон SCS аргаар тооцож гаргахад 2.2-3.6 м3/с болон 2.9-3.8 м3/с байна. SCS арга тухайн хөрсний гидрологийн нөхцөлийг хэрхэн үнэлснээс ихээхэн хамаарахаас гадна хур борооны эрчимшлийн аргатай харьцуулахад их урсацыг арай ихээр тооцож байна.

ДҮГНЭЛТ

Судалгааны тайлбай орчмын хур тунадасны горимыг тодорхойлоход судалгааны бүс нутаг орчимд ус цаг уурын Ханбогд харуулын мэдээгээр тооцоход хоногийн хамгийн их хур тунадасны хэмжээ 53.1 мм байна.

Хээрийн хэмжилтийн мэдээ судалгаа болон 1:100 000 масштабтай байр зургаас судалгааны талбай орчмын мэдээллийн санг үүсгэхэд сайруудын ус хурах талбай 3.4-8.8 км², сайрын урт 1.9-2.1 км, голдирлын дундаж хэвгий 8.3-10.2% гэж тус тус тодорхойлогдсон.

Хээрийн хэмжилт судалгаагаар цуглуулсан мэдээлэл, "Хур борооны хязгаарын эрчимшил" тооцсон үерийн хамгийн их өнгөрөлтийг харьцуулан дүн шинжилгээ хийхэд "Хур борооны үерийн хязгаарын эрчимшлийн аргаар тооцсон үерийн хамгийн их өнгөрөлт 2.2-3.6 м3/с, харин ба "SCS"-ийн аргаар 2.9-3.8 м3/с байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Chelcea, SM., Ionita, M. (2013). Extreme vaue analysis of the Barlad river time series. Ovidiu university annals series. Civil engineering. Issue 15 .
- [2] Coles, S. (2001). An introdcution to statistical modeling of extreme values. ISBN 1852334592 .
- [3] Mukherjee, M. (2013). Flood frequency analysis of river Suberanrekha, India, Using Gumbel's extreme value distribution. International journal of computational engineering research. Vol 3 Issue 7. ISSN 2250-3005 .
- [5] БОНХЯа. (2012). Улсын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө. Бүлэг II. Хэсэг 1. Улаанбаатар.
- [7] Даваа Г (2015) Монгол орны гадаргын ус. Улаанбаатар хот
- [8] Hooshyar M and Wang D (2016) An analytical solution of Richard's equation providing the physical basis of SCS curve number method and proportionally relationship. Water resources research. <https://doi.org/10.1002/2016WR018885>
- [9] Mishra SK and Singh VP (2003) Soil conservation service curve number methodology. ISBN 978-90-481-6225-3. DOI 10.1007/978-94-017-0147-1
- [10] Zemzami, M., Dridri, A., Benaabidate L (2013). Design flood estimation in ungauged catchments and statistical characterization using principal component analysis: Application of Gradex method in Upper Moulouya. Hydrological processes. DOI: 10.1002/hyp.9212

ӨГИЙ НУУРЫН САВ ГАЗРЫН ХӨРСӨН БҮРХЭВЧИЙН УРТ ХУГАЦААНЫ ӨӨРЧЛӨЛТИЙГ ХИЙМЭЛ ДАГУУЛЫН МЭДЭЭ АШИГЛАН ТОДОРХОЙЛОХ БОЛОМЖ

Д.Номиндарь*, Э.Пүрэв-Эрдэнэ**, Т.Баяртөгс***

*ШУТИС, ХШУС, Физикийн тэнхим

**ШУА, Газарзүй Геоэкологийн хүрээлэн

***ШУТИС, ХШУС, Математикийн тэнхим

Имэйл: nomindari@must.edu.mn

ХУРААНГУЙ

Монгол орны хөрсний элэгдэл, өөрчлөлтийн талаарх мэдлэг нь экологийн аюулгүй байдал, тогтвортой хөгжилд чухал ач холбогдолтой. Монгол орны төв хэсэг Архангай, Өвөрхангай, Баянхонгор аймгуудын нутгийг хамарсан Өгий нуурын сав газарт энэхүү судалгааг явууллаа. Хиймэл дагуулын LST, NDVI, SAVI мэдээг боловсруулж үр дүнг нэгтгэн ашигласнаар сав газрын хөрсний элэгдлээс урьдчилан сэргийлэх бодлого боловсруулах, удирдахад шаардагдах хөрсөн бүрхэвчийг өөрчлөлтийг тасралтгүй орон зайд хуваарилалт хийх боломжийг судлах зорилготой. Газрын гадаргуугийн температур болон ургамлын нөмрөгийн нягтаршил нь хөрсний элэгдлийг тодорхойлох гол үзүүлэлтүүд юм. Сав газрын урт хугацааны явц дахь газрын гадаргуугийн температурыг тодорхойлохдоо хиймэл дагуулын MODIS мэдээний дулааны 31,32 дугаар сувгийн 2000-2022 оны 8 дугаар сарын дундаж газрын гадаргын температур (LST), ургамалжилтын төлөв байдлыг илэрхийлэх хөрсний засварласан ургамлын индекс SAVI-г Landsat хиймэл дагуулын 7,8,9-р сувгийн 2000-2022 оны 8 дугаар сарын дундаж өгөгдлийг ашиглан боловсруулалт хийв. Мөн цаг уур, газар ашиглалт, ургамлын бүрхэвч, өндөрлөг зэрэг 2000-2022 оны олон эх сурвалжийг хиймэл дагуулын зайнаас тандан судлалын аргатай хавсран үр дүнг гаргав. Хөрсний элэгдэл, бууралтын гол үзүүлэлт болох нүцгэн халцгай газрын өсөлт гол төлөв Хархорин сумын газар тариалангийн бүс, Өгий нуур сумын нуурын аялал жуулчлалын бүс, Цэнхэр сумын уул уурхайн бүсэд ажиглагдав. Өгий нуурын сав газарт уур амьсгалын өөрчлөлтөөс гадна хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй газрын доройтол их явагдаж байгаа нь батлагдлаа. Сав газрын хувьд нэгдүгээрт хур тунадасны хэмжээ олон жилийн дунджаас ойролцоогоор 100мм-ээр илүү, хоёрдугаарт газрын гадаргуун температур 24.9°C-30.7°C байх нь ургамалжилтад таатай нөхцөл болж байгааг тогтоов.

Түлхүүр үг Хөрсний засварласан ургамлын индекс SAVI, газрын гадаргуугийн температур LST, сав газар, MODIS мэдээ

ОРШИЛ

Сүүлийн үед эдийн засгийн тэлэлтийн үр дүнд ургамлын доройтол, хөрсний элэгдлийн эрсдэлийг бий болгох нь мэдэгдэхүйц өсжээ. Иймээс усны сав газрын экологийн орчныг сайжруулахын тулд наад зах нь үр дүнтэй хөрс хамгаалах сайн үндэслэл бүхий арга хэмжээг авах ёстой [1]. Уур амьсгалын дулаарал, хүний үйл ажиллагаа хоёулаа Монгол орны газар бүрхэвчид сөргөөр нөлөөлж газрын доройтлыг ихэсгэж байна. Газрын доройтлын үйл явцыг эрчимжүүлдэг антропоген хүчин зүйлүүд нь уул уурхай, авто замын элэгдэл, бэлчээрийн даац хэтрэлт, хөдөө аж ахуйн хөрсний элэгдэл, хөрсний бохирдол бөгөөд эдгээр нь байгаль орчинд шууд нөлөөлж байна [2]. Газар тариалан эрхлэх, хот суурин байгуулах, бүх төрлийн эрдэслэг баялгийг олборлох, баяжуулах, зам

засах, гүүр, цахилгаан станц барих, геологи хайгуул, усны эрэл хайгуул хийх гээд хүний үйл ажиллагаа аж ахуйн эрхлэлт нь геологи орчны өнгөн хэсэгт эсвэл дотор нь явагддаг. Хүний үйл ажиллагаанд юуны түрүүнд газрын гадаргын өнгөн хэсэг болох хөрс чулуулаг өртөгдөж байдаг. Хөрсний гол шинж нь түүний үржил шим бөгөөд хөрс нь хүний хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэл явуулах гол хэрэгсэл мөн боловч шим мандлын чухал хэсэг юм [3]. Өгий нуурын сав газарт ургамалгүй нүцгэн газар хиймэл дагуулын MODIS мэдээний үр дүнгийн боловсруулалтаас харвал 2000-2020 оны хооронд 4.6км² - 43.05км² болж бараг 10 дахин өссөн нь цаашид антропоген гаралтай техноген ачааллыг сав газрын даац болон уур амьсгалын өөрчлөлтөд тохируулахгүй бол газрын доройтол нэмэгдэх магадлалтай [4]. Хөрсний элэгдэл бол хүний үйл ажиллагаагаар хурдассан байгалийн үйл явц бөгөөд ургамал бүрхэвчийг багасгах нь хөрсний чанарыг бууруулж элэгдлийн процессыг эрчимжүүлдэг. Хуурай бүс нутаг болон сийрэг ургамал бүрхэвчтэй хагас хуурай бүс нутагт нэн яаралтай доройтлын процессыг тодорхойлж хөрсийг хамгаалах болон зохих менежментийн арга хэмжээг бий болгох хамгийн чухал юм [5]. Хөрсний элэгдлийн түвшин өндөр байх, байгалийн ургамлыг өргөн хэмжээгээр устгах, газар бүрхэвчийг нөхөн сэргээх талаар төрийн бодлого тааруу байх зэрэг нь хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэлийн өгөөж бууруулж улс орныг уруудан доройтоход хүргэх тул аль болох хурдан өөрчлөлт хийх шаардлага тавигдаж байна.

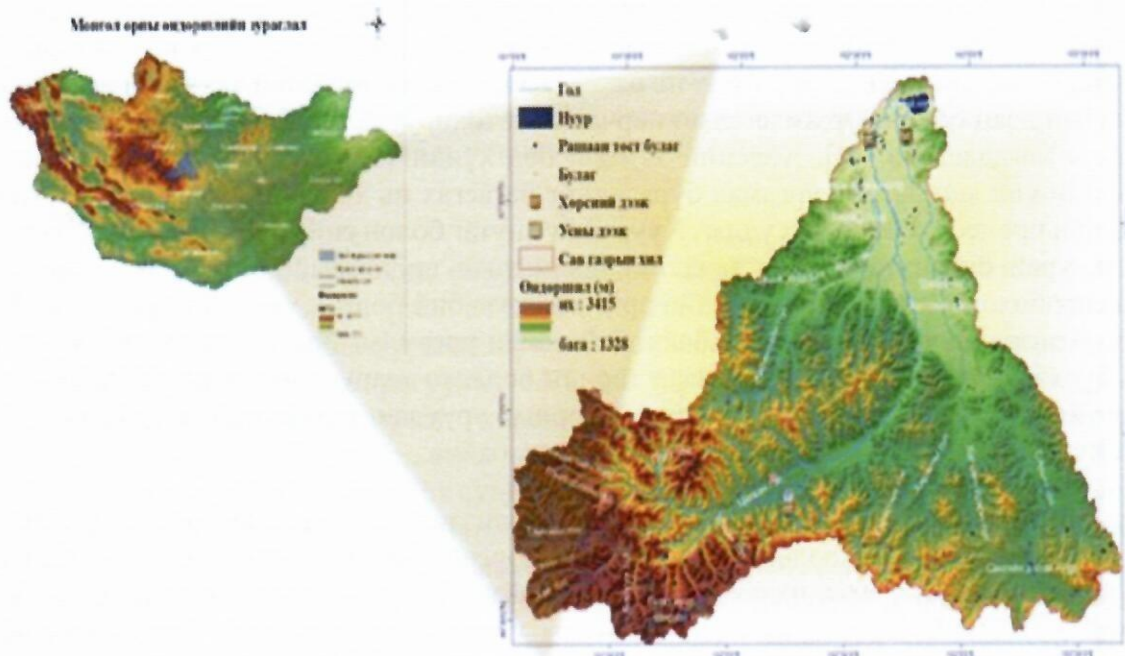
Уур амьсгалын өөрчлөлт нь усны хангамж, хүрэлцээнээс гадна Азийн ихэнх нутгийн усны чанарт сөргөөр нөлөөлөх магадлал дунд зэргийн үнэмшилтэй байгаа ба мэдээж үүнд хүний үйл ажиллагаа ихээхэн нөлөөтэй байна [6]. Монголын тэгш өндөрлөгийн нууруудын талбайн агшилт нь 1976-1995 оны үеүдэд хур тунадасны багасалт болон хуурай халуун уур амьсгалтай холбоотой байсан. Харин 1995-2010 онуудад ашигт малтмалын ашиглалт, газар тариалан зэрэг хүний эрчимтэй үйл ажиллагааны дор нууруудын талбайн агшилт нь хурдан явагдаж байна [7]. Орхон голын адаг хэсгийн цутгал голууд нь хот суурин болоод уул уурхайн үйл ажиллагаанд хамгийн их өртсөний улмаас нилээд бохирдсон нь тогтоогдоод байна [8]. Өгий нуур болон Орхоны хөндийн усны чанарт нөлөөлж буй хүчин зүйлсэд ирээдүйд хүн, малын гаралтай хог хаягдал гол бохирдуулагч бодис болоод зогсохгүй нуурын экосистемд нөлөөлөх нь гарцаагүй [9].

Энэхүү судалгаанд 2000-2022 оны сав газрын геологи орчны гадаад хил хязгаар болох ургамлын нөмрөг, хөрсөн бүрхэвч, гадаргуугийн температур, уур амьсгалын хоорондох хамаарал зүй тогтлыг харуулахыг зорьлоо. Газрын гадаргуугийн температур нь өөр өөр экологийн бүс нутгийн хил зааг, уур амьсгалын өөрчлөлтийг ойлгох, түүнчлэн өдөр тутмын ууршилтыг тооцох чухал хүчин зүйл юм. Агаарын температур, газрын гадаргуугийн температур нь дэлхийн уур амьсгалын системийн дулаан солилцоо, ус циклийн гол параметр юм.

Судалгааны талбай

Судалгааны объект болох Өгий нуурын сав газар нь Монгол орны төв хэсгийн Архангай, Өвөрхангай, Баянхонгор аймгийн нутгийг хамарсан нийт 14 сумын 14300 км² нутаг дэвсгэрийг хамардаг. Өгий нуур нь хойд өргөргийн 47°81', зүүн уртрагийн 102°48'/солбицолд хээрийн бүсэд оршдог. Өгий нуурын сав газрын өндөршилт 3415м-1328м хооронд байна. Өгий нуурын сав газрын нь 1707м-3415м өндөршилтэй баруун хэсэг нь чийглэг-хүйтэн бүсэд, 1707м-1328м өндөршилтэй бусад хэсэг нь чийглэгдүү-сэрүүн бүсэд багтаж байгааг Зураг1-т үзүүлэв. Чийглэг-хүйтэн бүсэд Хангайн уулсын район хамаарах бөгөөд жилийн хамгийн дулаан 7сарын дундаж температур 150 С-ээс хэтрэхгүй. Зуны турш цочир хүйтрэл ажиглагдах боломжтой. Хүйтрэлгүй үеийн үргэлжлэх хугацаа 30-80 хоног орчим, 100 С-ээс дулааны нийлбэр 1250 0С-ээс бага, жилд 350мм-ээс дээш хур тунадас ордог. Чийглэгдүү-сэрүүн бүс нь уулын тайгын болон

уулын хээрийн ландшафттай. 7 сарын дундаж температур нь 15-170С, 100С-ээс дээш дулааны нийлбэр нь 1250-17500С, хүйтрэлгүй үе нь 70-80 хоног үргэлжилнэ. Жилд 300-350мм, уулын хээр голлосон газраа 250-280мм хур тунадас унадаг [10].



1-р зураг. Өгий нуурын сав газрын өндөршил, ус зүй, хээрийн хэмжилтийн байршилн зураглал

АРГА АРГАЧЛАЛ

Судалгааны газарзүйн мэдээнд байр зүйн зураг 1:100000, засаг захиргааны хил, хуваарийг суурь болгон ашиглав[11]. Сав газрын уур амьсгалын төлөв, нөхцөлийг тодорхойлохдоо тухайн бүс нутгийн цаг уурын станцын мэдээн дээр боловсруулалт хийв[12]. Газрын гадаргуугийн температурыг тодорхойлохдоо хиймэл дагуулын MODIS мэдээний дулааны 31,32 дугаар сувгийн 2000-2021 оны 8 дугаар сарын газрын гадаргын температур мэдээг боловсруулж ашиглав [13]. Ус цаг уур орчны шинжилгээний газрын Монгол орны 2000-2021 оны зуншлагын мэдээг харьцуулалт хийхэд ашиглав[14].

Хиймэл дагуулын мэдээгээр газрын гадаргуугийн температурыг тодорхойлох нь Газрын гадаргуугийн температур (LST) тодорхойлохдоо хиймэл дагуулын MODIS мэдээний дулааны 31,32 дугаар сувгуудын мэдээг ашиглан дараах томъёогоор тодорхойлно [15].

$$T_S = C + \left(A_1 + A_2 \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} + A_3 \frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon^2} \right) \frac{T_{31} + T_{32}}{2} + \left(B_1 + B_2 \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^2} \right) \frac{T_{31} + T_{32}}{2} \quad (1)$$

T_S -газрын гадаргуугийн температур

T_{31}, T_{32} - MODIS мэдээний дулааны 31,32 дугаар сувгуудын цацрагт температур

C, A_i, B_i – интерполяцын олон хэмжээст хувиргалтын коэффициентууд

$\varepsilon = 0.5(\varepsilon_{31} + \varepsilon_{32})$ MODIS мэдээний дулааны 31,32 дугаар сувгуудын газрын гадаргуугийн туяарлын дундаж

$\Delta\varepsilon = \varepsilon_{31} - \varepsilon_{32}$ MODIS мэдээний дулааны 31,32 дугаар сувгуудын газрын гадаргуугийн туяарлыг ялгавар

Сав газрын 8-р сарын газрын гадаргуугийн температурыг цельсийн хуваариар 6 ангилалд ялган ангилав.

Хиймэл дагуулын мэдээгээр хөрсний засварласан ургамлын индексийг тодорхойлох нь

Хөрсний засварласан ургамлын индекс (SAVI) нь хөрсний гэрэлтүүлгийг засах коэффициент ашиглан хөрсний гэрэлтүүлгийн нөлөөллийг багасгахыг оролддог ургамлын индекс юм. Энэ нь ихэвчлэн ургамлын бүрхэвч багатай хуурай бүс нутагт ашиглагддаг.

$$SAVI = \left(\frac{NIR - Red}{NIR + Red + L} \right) \times (1 + L) \quad (2)$$

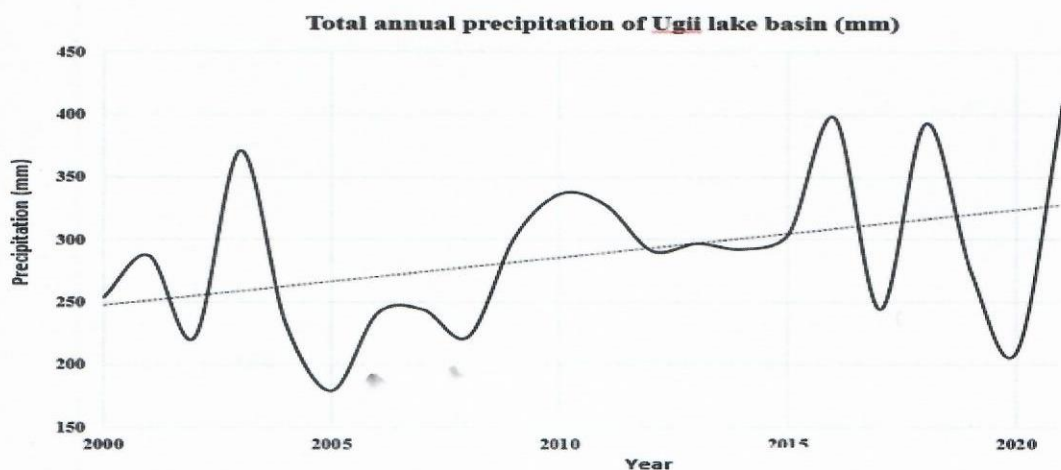
Энд NIR-Ойрын нил улаан туяаны мужийн суваг/Near Infra Red/; RED-Үзэгдэх гэрлийн улаан туяаны муж. L - ногоон ургамлын бүрхэвчийн хэмжээ

NIR ба RED нь долгионы урттай холбоотой зурвасуудыг илэрхийлдэг. Харин L-ийн утга нь ногоон ургамлын бүрхэвчийн хэмжээнээс хамаарч өөр өөр байна. Ерөнхийдөө ногоон ургамал бүрхэвчгүй газарт L=1, дунд зэргийн ногоон нөмрөгтэй талбайд L=0.5, мөн маш өндөр ургамал бүрхэвчтэй газруудад L=0. Хөрсний засварласан ургамлын индексийг орон зайд ялгах SAVI утгыг -1-ээс +1 хооронд утга тооцоолдог тул ангилан ялгах аргыг хэрэглэж тухайн бүс нутгийн онцлогт тохируулан 8-р сарын дунджаар 6 төрөлд ангилав. L=0.5 гэж тооцсон болно [16].

Хүснэгт 1. Хөрсний засварласан ургамлын индекс (SAVI) утгын сав газар дахь ангилал

SAVI утга	-0.395-0.07	0.071-0.1	0.11-0.197	0.1971-0.343	0.3431-0.412	0.413-0.503
Таних тэмдэг	Ус	Хөрс, Хад чулуу	Элс	Сийрэг ургамалтай газар	Дунд зэргийн ургамалтай газар	Сайн ургамалтай газар

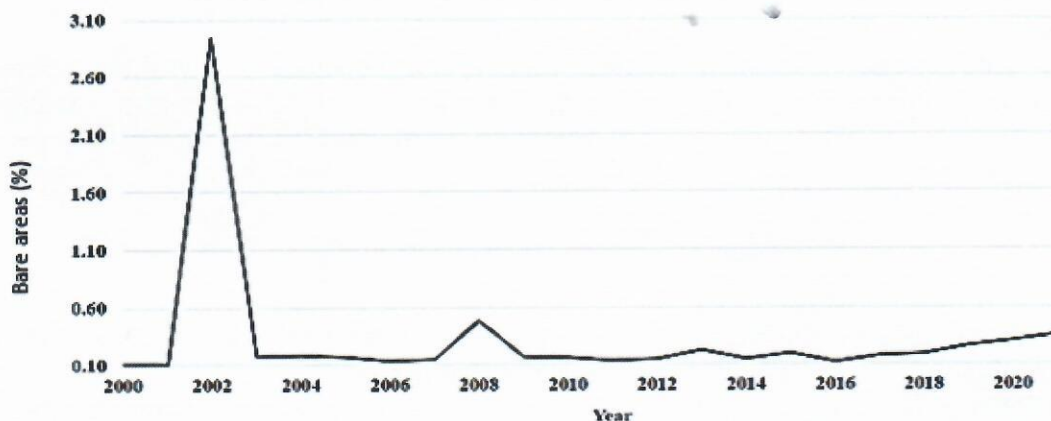
ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ



Зураг 2. Өгий нуурын сав газрын хур тунадас

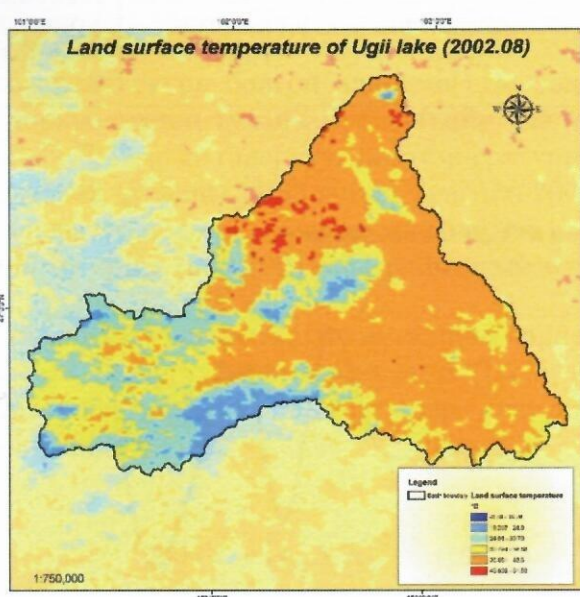
Уур амьсгалын өөрчлөлтөд нөлөөлөх гол хувьсагч болох сав газрын жилийн нийлбэр хур тунадас нь өсөх хандлагатай олон жилийн дундаж 287.9мм байна. (2-р зураг)

Bare areas of Ugii Lake basin (%)

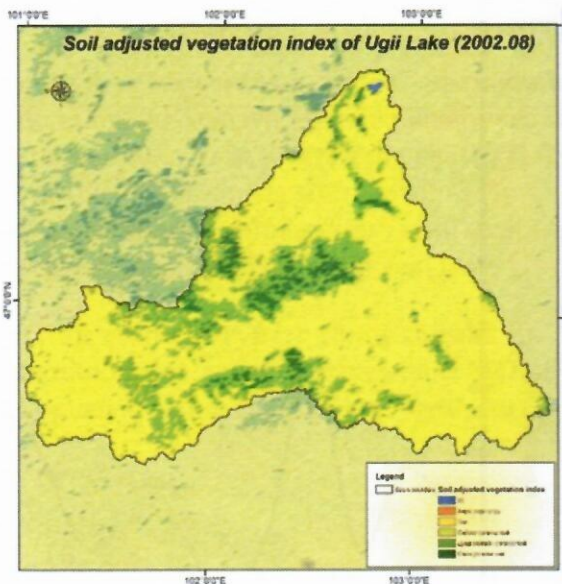


Зураг 3. Өгий нуурын сав газрын NDVI 0.15-0.2 утгад харгалзах нүцгэн газар эзлэх хувь

2000-2021 оны ургамлын бүрхэвчийн төлөв байдлын NDVI 0.15-0.2 утга бүхий ангилал 2-т хамаарах нүцгэн газрын хэмжээ он бүрд тодорхой ялгаатай байна. 2002 онд ургамалжилт багасаж нүцгэн газрын хэмжээ хамгийн ихэссэн, 2016 он ургамалжилт сайжирч нүцгэн газрын хэмжээ хамгийн бага гарсан байгаа нь харагдаж байна. (3-р зураг) Иймээс 2002 ба 2016 гэсэн хоёр оныг ялган хөрсний засварласан ургамлын индекс (SAVI)-ээр нарийвчлан тооцоолж үр дүнг зургаар үзүүлэв. Эдгээр онуудын ургамлын бүрхэвчийн төлөв байдал болон газрын гадаргуугийн температурын зураглалыг доор ялган харуулав.



(a) Газрын гадаргуун температур (LST)

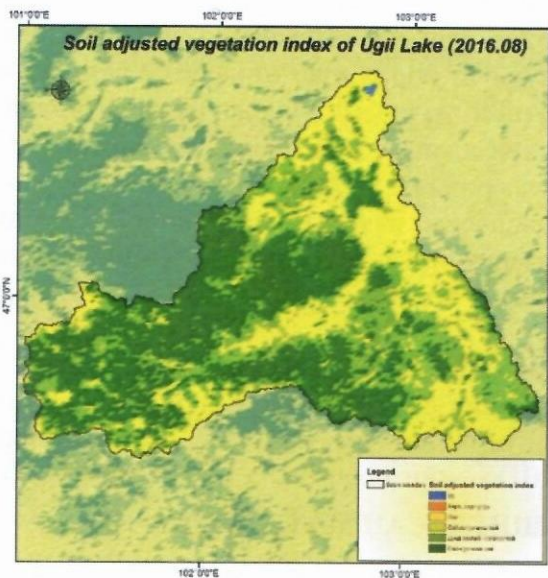
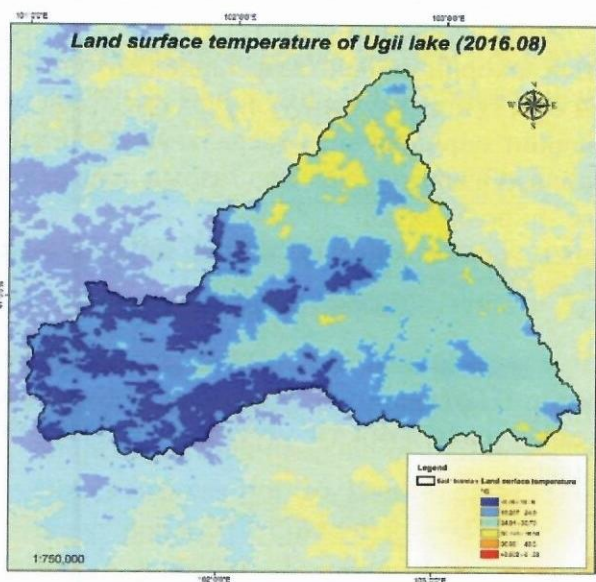


(b) Хөрсний засварласан ургамлын индекс (SAVI)

4-р зураг Сав газрын 2002 оны 8-р сарын газрын гадаргуугийн төлөв байдал.

2002 оны 8 сард сав газрын 67.5% буюу 9652.5км² талбай нь 36.6⁰С-43.6⁰С хүртэл их халжээ (4-р зургийн а). Энэ үед сав газрын 71.2% буюу 10181км² талбай ургамалжилт сийрэг гандуу байв (4-р зургийн б). -3.78⁰С-19.2⁰С температуртай хөх өнгөөр ялгасан хэсэгт ихэвчлэн ой, өндөр уул, нуур ус бүхий газрууд хамаарч байгаа бол 43.6⁰С -61.5⁰С температуртай улаан өнгөөр ялгасан хэсэг нь ургамалгүй нүцгэн газар буюу зам, атаршсан болон эвдэрсэн газарт харгалзаж тохирол сайн байна [17].

2016 оны 8 сард сав газрын 53.5% буюу 7650.5км² газрын гадаргуун температур нь 24.9⁰С-30.7⁰С хүртэл халсан (5-р зургийн а). Энэ үед сав газрын 80.6% буюу 11525.8 км² талбай ургамалжилт маш сайн өтгөн гарчээ. (5-р зургийн б).



(a) Газрын гадаргуун температур (LST)

(b) Хөрсний засварласан ургамлын индекс (SAVI)

Зураг 5. Сав газрын 2016 оны газрын гадаргуугийн төлөв байдал

(1), (2) томъёогоор боловсруулсан судалгааны ажлын үр дүнг Ус цаг уур орчны шинжилгээний газрын зуншлагын мэдээтэй харьцуулахад дараах үр дүн гарав.

2002 онд хур тунадас олон жилийн дунджаас 66мм-ээр бага, агаарын температур ихэнх нутагт олон жилийн дундаж орчим ба түүнээс 1.1-6.6 градусаар дулаан, ихэнх нутагт гандуу төстэй байв. Харин 2016 онд хур тунадас ихэнх нутагт олон жилийн дунджаас 99.7мм-ээр илүү, температур олон жилийн дунджаас 1.1-13.7 градусаар дулаан, бэлчээрийн ургамлын ургац 8-р сарын 15-ны байдлаар 6.1-10.0 ц/га байгаа нь (1), (2) томъёогоор боловсруулсан судалгааны ажлын үр дүнтэй таарч байв.

Ургамалжилтын төлөв байдалд голлох нөлөөтэй сав газрын хур тунадасны хэмжээ өсөж байгаа нь сайн талтай. Гэтэл сав газрын урт хугацааны газрын гадаргуугийн температурын дундаж сав газрын 34% буюу 4862км² талбайд 30.7⁰С-36.6⁰С болж өсөж байгаа нь газрын доройтол явагдаж байгааг харуулж байна. NDVI болон хур тунадсыг хоёуланд нь Монгол орны бэлчээрийн мониторингийн үзүүлэлт болгон ашиглаж боломжтой. 2015 оны байдлаар Монгол орны ойт хээр, хээрийн бүс нутгийн 30 орчим хувьд хөрсний чийг буурч байгааг илрүүлсэн бөгөөд газрын экосистем ойгоос тал руу, мөн хээрээс цөл рүү хурдацтай өөрчлөгдөж байна [18].

Хагас хуурай бүс нутгийн хувьд SAVI болон хур тунадасны хооронд мэдэгдэхүйц хамааралтай, NDVI болон температурын хооронд сул хамааралтай [19]. Эдгээр судалгаа нь бидний боловсруулсан үр дүн болох ургамалан бүрхэвчийн төлөв байдал болон газрын гадаргуугийн температурын зураглалтай сайн нийцэж байна. Хиймэл дагуулын ажиглалтын үр дүнд тухайн бүс нутгийн хөрсний элэгдлээс урьдчилан сэргийлэх бодлого боловсруулах бүрэн боломжтой [20]. Хөрсөн бүрхэвчийн гадаргын температур ихтэй, ургамалжилт сийрэг бүс нутагт хөрсний элэгдэл илүү явагдаж байгаа судалгааны үр дүнгээс зайнаас тандан судлалын аргыг өргөнөөр ашиглах боломжтойг харуулж байна.

ДҮГНЭЛТ

Сав газрын хувьд 2000-2021 онд уур амьсгалын өөрчлөлтөөс хүний хүчин зүйлийн нөлөө ургамал бүрхэвчид илүү нөлөөтэй байна. Хөрсний элэгдэл, бууралтын гол үзүүлэлт болох нүцгэн халцгай газрын өсөлт Хархорин сумын газар тариалангийн бүс, Өгий нуур сумын нуурын аялал жуулчлалын бүс, Цэнхэр сумын уул уурхайн бүсэд гол төлөв ажиглагдаж байгаа нь хөрсөн бүрхэвчийн өөрчлөлтийг тасралтгүй орон зайд хуваарилалт хийх боломжтойг харуулж байна. Өгий нуурын сав газрын хувьд хур тунадасны хэмжээ олон жилийн дунджаас ойролцоогоор 100мм-ээр илүү, газрын гадаргуун температур 24.9⁰C-30.7⁰C нөхцөлд ургамалжилтад таатай нөхцөл болж байгааг тогтоов.

ТАЛАРХАЛ

Хээрийн судалгаанд туслалцаа үзүүлсэн доктор Б.Батхишиг, Б.Энхбаатар, Э.Буянтөгс, Э.Буянхишиг нар мөн лабораторийн ажилд санхүүгийн дэмжлэг үзүүлсэн ШУТИС-ийн ХШУС-ийн захиргаанд талархсанаа илэрхийлье.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] Ben Hamman Lech-hab, K., Issa, L.K., Raissouni, A., El Arrim, A., Tribak, A.A. and Moussadek, R. (2015) Effects of Vegetation Cover and Land Use Changes on Soil Erosion in Kalaya Watershed (North Western Morocco). International Journal of Geosciences, 6, 1353-1366. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ijg.2015.612107>
- [2] Batkhishig O, Human Impact and Land Degradation in Mongolia. 2013. Chapter 12, In The volume Dry land Esat Asia: Land Dynamics Amid Social and Climate Changel The Higher Education Press., 2013, pp 265-282
- [3] М.Алей, Н.Батсүх, Гидрогеологи инженер геологи, ШУТИС-ийн хэвлэлийн төв, 2004
- [4] Nomindari D, Erdenetuya O, Azjargal D, Destruction of land coverage caused by human activities in the Ugii lake basin, VIII International Conference “Problems of mechanics of modern machines” ESSUTM Publishing House, Ulan-Ude, Russia 2022, pp 108-114
- [5] Vhctor Hugo Duran Zuazo, Carmen Rosno Rodr´iguez Pleguezuelo, Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review, www.agronomy-journal.org, 2008, pp65-86 DOI: [10.1051/agro:2007062](https://doi.org/10.1051/agro:2007062)
- [6] Winkel, L.H.E., T.K.T. Pham, M.L. Vi, C. Stengel, M. Amini, T.H. Nguyen, H.V. Pham, and M. Berg, Arsenic pollution of groundwater in Vietnam exacerbated by deep aquifer exploitation for more than a century, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2011, 108 (4), pp1246-1251. DOI:

<https://doi.org/10.1073/pnas.1011915108>

- [7] Shengli Tao, Jingyun Fang, Xia Zhao, Shuqing Zhao, Haihua Shen, Huifeng Hu, Zhiyao Tang, Zhiheng Wang, and Qinghua Guo, Rapid loss of lakes on the Mongolian Plateau, PNAS, 2015, vol. 112.7 pp 2281–2286 DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1411748112>
- [8] Ч.Жавзан, Орхон голын усны чанарын судалгаа, Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences, Vol. 52 No 2 (202) 2012
- [9] Magsar Amgalan, Toru Matsumoto, Tarzad Ulaanbaatar, Hidenari Yasui, Otgonbayar Enkhtsolmon, Changes and Causes of Environmental Characteristics of Ogii Lake and Orkhon Valley, Mongolia, Journal of Water and Environment Technology, Vol.18, No.4: 199–211, 2020 DOI: <https://doi.org/10.2965/jwet.19-093>
- [10] Ц.Балдандорж, Г.Долгорсүрэн, Ж.Гэрэлчулуун, Ч.Пунцагсүрэн, Орхон голын сав газрын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө, 2012, ISBN 978-99962-4-551-0
- [11] <https://www.gazar.gov.mn/p/581-110>
- [12] <https://www.namem.gov.mn>
- [13] <https://earthexplorer.usgs.gov>
- [14] <https://www.namem.gov.mn/>
- [15] Xiwei Fan, Gaozhong Nie, Hua Wu, and Bo-Hui Tang, Estimation of land surface temperature from three thermal infrared channels of MODIS data for dust aerosol skies, Optics Express Vol. 26, Issue 4, pp 4148-4165, 2018 DOI: <https://doi.org/10.1364/OE.26.004148>
- [16] <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/data/imagery/indices-gallery.htm>.
- [17] Д.Номиндарь, С.Туяа, Н.Батсүх, Өгий нуурын сав газрын геологи орчны бүрэлдэж буй онцлог, Геологи сэтгүүл 37, хуу 213-219
- [18] Oyudari Vova, Martin Kappas, Ammar Rafiei Emam, Comparison of Satellite Soil Moisture Products in Mongolia and Their Relation to Grassland Condition, Land 2019, 8, 142
- [19] Yangyang Gu a,d,e, Bo Pang b,d, Xuning Qiao c, Delin Xu a,d, Wenjing Li a,d, Yan Yan f, Huashan Dou b,d, Wen Ao b,d, Wenlin Wang a,d, Changxin Zou a,d, Xiaofei Zhang a,* , Bingshuai Cao “Vegetation dynamics in response to climate change and human activities in the Hulun Lake basin from 1981 to 2019” <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108700>
- [20] Wei Jiang, Zhiguo Pang, Juan Lv, Hongrun Ju, Lin Li, June Fu, Satellite observations reveal decreasing soil erosion in Northeast Inner Mongolia, China, over the past four decades, Front. Earth Sci., 25 August 2022 Sec. Environmental Informatics and Remote Sensing Volume 10 - 2022

ГАЗРЫН ДООРХ УСЫГ ГАР АРГААР ТАНДАН СУДАЛСААР БАЙНА

Д.Шонхор

ХУРААНГУЙ

Газрын доорх усыг цаг,зардал хэмнэсэн үр ашигтай хямд, хялбар аргаар баталгаатай илрүүлэх чадварыг ашиглах зорилготой биолокацын аргыг хэрэглэдэг болсон. Биолокацын (Dowsing)[1] арга нь эрт дээр үеэс ашиглагдаж эхэлсэн ба одоо манай оронд өргөн дэлгэр хэрэглэгдэж ямар нэг үр дүнд хүрч байгаа олон жишээ байгаа тул энэ нь ирээдүйтэй арга болно гэж таамаглаж байгаа юм.Энэ аргын гол үндэс нь гартаа метал утас барьж алхах ажиллагаа болно.

Ажлын үр дүнг дурдвал газрын доорх усны гидрогеофизикийн эрэл хайгуулын ажлыг нийт 19 аймгийн нутагт хэсэгчилсэн талбайнуудад 2007-2022 онуудад Босоо цахилгаан тандалт-(БЦТ)-ыг нийт 735 талбайд 1984 физик цэгээр хийж, үүний зэрэгцээ Биолокацын буюу (Dowsing)-Даузин аргаар 19840 цэг тодорхойлон 607 худгийн цэг тогтоосноос 407 нь худаг болсон байна.Эдгээр худгийн усаар хамгийн багадаа 2 сая 849 мянган мал услаж болно. Уламжлалт геофизикийн аргатай харьцуулбал нэг талбайд хийх багажийн хэмжилтийн тоог биолокацын буюу даузин аргыг хэрэглэснээр 10 дахин багасгадаг тул гидрогеофизикийн эрэл хайгуулаас гадна гидрогеологийн зураглалын үед бүтээлчээр ашиглавал шинэ амжилтанд хүрч болно гэж дүгнэн хэлж байна.

Түлхүүр үг: Биолокаци,Биолокацчин,Даузин,Даузер,Тандуур-Хаймсуур.

ОРШИЛ

Газрын доорх усны хайгуул судалгаанд эрт дээр үеэс гар тандуурыг ашиглаж иржээ. Үндэслэл нь гадаргууийн ба гүний ус ховор нутагт хүн ам болон газар тариалан,мал аж ахуйн усан хангамжид газрын доорх усыг олж ашиглах нь тулгамдсан асуудлын нэг болсон байв. Тэр цагт (Одоогоос 4-8 мянган жилийн өмнөх үед) гар тандуурын аргыг хэрэглэж эхэлсэн мэдээлэл байдаг. Тийм аргыг “Биолокация” гэж орос хэлнээ нэрлэдэг. Грекээр Вiос-амьдрал,Латинаар Locatio-байрлал,байрлуулах гэсэн утгатай үг гэж нэвтэрхий толь бичигт бий гэжээ. Орчин үед газрын доорх усыг эрж хайхад гар аргаар ухах, өрөмдлөгийн төхөөрөмжүүдийг ашиглан ухах илрүүлэх, эсвэл янз бүрийн тандан судлах багаж хэрэгслүүдийг ашигладаг. Биолокацын аргыг бид 2007 оноос эхлэн хэрэглэхээр туршиж эхэлсэн ба түүнээс өмнө 1978-1980 онуудад ЗХУ-н мэргэжилтэн геофизикч Ходыров энэ аргыг анх гидрогеологич надад танилцуулан Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын төв дээр газрын хагарлын ан цав байж болох талбайн шугамыг харуулж байсан.Гэвч шинэлэг тал нь гэвэл орчин үед хүссэн хүн гар тандуур-хаймсууруудыг ашиглан хямд төсөр аргаар тодорхой үр дүнд хүрдэг тохиолдол цөөнгүй болжээ. Бид энэ аргыг биеэрээ туршин бэлчээр, уул уурхайн талбайнууд,төв суурин газрууд,тариалангийн талбаруудад хувь хүмүүс,байгууллагуудын захиалгаар явж гидрогеофизикч болон биолокацчин-даузерын үүргийг гүйцэтгэхээр чармайн ажиллаж ирсэн. Энэ аргаар тухайн талбайд хэрэн явж олон цэгүүд олж гидрогеологийн структурийн хавтгай дахь дүрсийг тогтоон дараа нь гидрогеофизикийн хэмжилтийн арга хэрэглэн структурийн босоо хэмжигдэхүүнийг олж структурийн ерөнхий хэлбэр,дүрсийг нь тодорхойлдог. Биолокацын аргыг хэрэглэдэггүй гидрогеологич бэлчээр усжуулалтын урьдчилсан хайгуулыг жил бүр дан нүдэн баримжаагаар явуулж түүний мөрөөр (тодорхойлсон солбицолуудаар) геофизикийн болон баганат

өрөмдлөгийн ажлуудыг хийдэг байхад хэтэрхий их үргүй зардал гаргадаг байжээ. Хэрэв мэргэжлийн боловсрол, мэдлэг дутмаг бол үр дүнтэй ажиллаж чадахгүй эрсдэл дагуулсаар байдаг. Үүнээс гадна энэ аргын мөн чанар нь цахилгаан соронзон орны үйлчилгээ явагдаад байгаа учир маш нарийн төвөгтэй ойлголт мөн тул бүрэн төгс тайлал одоо болтол тодорхой болгосон эзэн гарч ирээгүй байна. Иймд статистик боловсруулалт нь тогтворжоогүй гэсэн үг юм. Газрын доорх усны хайгуулын ийм гар тандуурын буюу биолокацын аргыг орчин үед бүх тивийн хүмүүс идэхитэй ашиглаж байгаа нь тодорхой болсноор барахгүй энэ талын судалгаа маш их сонирхол татан дэлгэрч байна. Тэгээд хүн төрөлхтөн тэр аяараа түүнийг өндөр үр ашигтай хэрэглэхийг зорьжээ.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Биолокацын буюу Даузин аргыг хэрэглэхдээ гартаа “Г” маягийн 4 мм-ийн голчтой төмөр савааг бид барьж алхдаг юм зураг 1.



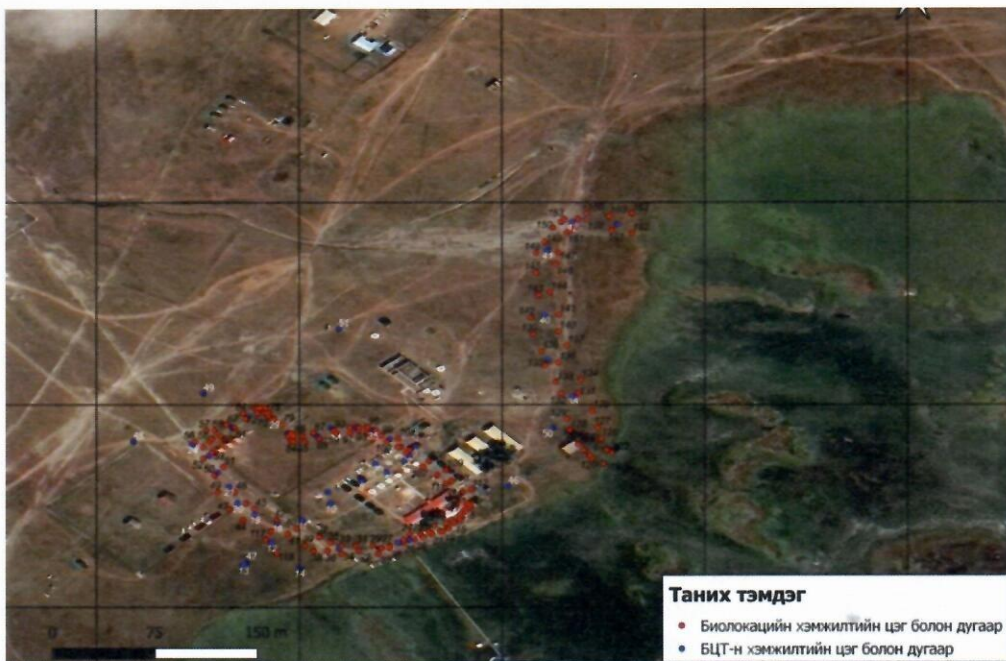
Зураг 1. Биолокацын буюу Даузин аргыг хэрэглэхдээ гартаа “Г” маягийн 4 мм-ийн голчтой төмөр савааг бид барьж алхдаг юм.

Түүний аргачлал гэвэл: Эхлээд хоёр гартаа 31 см урттай зэс бүрхүүлтэй 4 мм-ийн голчтой төмөр утсуудыг хоорондоо 35 см зайтай барьж хоёр гараа зэрэгцүүлэн урагш сунгаж зогсоод амьсгалаа хэдэн удаа уртаар авч анхаарлаа төвлөрүүлэн урагш алхана. Энэ үедээ гар хоорондын зай жигд тэгш байдалыг алдалгүй явах ба хэт хурдан биш бас хэт удаан биш алхана. Бусад хүн ба амьтан болон техник хэрэгслийг 5 м-ээс багагүй зайд байлгах ба ярилцахгүй, өөр тийш харахгүй байвал зохино. Цаг уурын нөхцөл хэвийн байх ба цас, бороогүй салхины хурд 6 м/с-ээс ихгүй байвал сайн байна. Газрын доорх усны судалын чигт хөндлөн явахыг хичээнэ. Энэ нь тандуур баригч-тандуурчин буюу Dowser-Даузер нь гидрогеологийн структурийн [2] тухай мэдлэгтэй байхыг шаарддаг. Түүний зэрэгцээ гидрогеофизикийн [3] талаар ойлголт мөн хэрэгтэй болдог. Биолокацын буюу

Даузин род гэгдэх энэ аргыг бид олон зориулалттай ижил төстэй аргуудаас ганцхан газрын доорх усыг хайхад зориулж байгаа ба хүн тус бүрийн аргачлал ялгаатай байж болдог. Ер нь “Г” маягийн төмөр утсыг 2 гартаа босоо бариад өндөр анхааралтай алхаж явахад баруун гарт атгасан утас нар зөв татаж 90^0 эргэн зүүн гар талд атгасан төмөр утас нар буруу 90^0 -аар[4] татан ойролцоогоор зэрэг эргэцгээнэ. Энэ үзэгдэл бол аль хэдийн физикээс танил байх ёстой зүйл билээ. Ингэж газрын доорх усны судлын захад ирсэнээ мэднэ. Дараа нь энэхүү судлын голыг олохыг хичээдэг юм. Тэр үед ямар өнцгөөр эргэж явах ёстойг [4] тухайн үедээ сэтгэж олно.

ҮР ДҮН

2017 онд газрын доорх усны эрэл хайгуулыг Баянхонгор аймгийн Шинэжинст сумын орчинд төвөөс 3,2 км зайд үндсэн чулууны ан цав дахь цэнгэг усыг илрүүлэхэд анх биолокацын аргыг өргөн хэрэглэснээр зорилгоо амжилттай биелүүлж тус сумын төвийн оршин суугчид засаг захиргаандаа гомдол гаргахаа зогсоосон. Тэр усанд олон улсын чанартай болон орон нутгийн лабораториуд шинжилгээ хийж хүний ундаанд тохирно гэсэн дүгнэлтүүд гаргасан байна. Биолокацын аргыг газрын доорх усанд үр дүнтэй ашигласнаар манай баг огт усгүй цооног өрөмдүүлдэггүй болсон. Гэвч тэр болгон зохих түвшинд хүрэх ундрагатай байхгүй нь лавтай. Ундаргыг зөвхөн шавхаж л тодорхойлдог. Бидний хайгуулын ажлын бас нэг шинэлэг бөгөөд үр дүнтэй алхам гэвэл Булган аймгийн Могод сумын төвийн орчимд орших “Хульжийн халуун рашаан”-ы идэвхитэй хүрээ буюу гидрогеологийн структурийг тодорхойлоход гидрогеофизикийн аргатай хамт биолокацын аргыг амжилттай хэрэглэсэн тохиолдол юм. Зураг-2 дээр анх удаа гидрогеологийн структурийн өвөрмөц байдлыг харьцангуй богино хугацаанд биолокацын аргаар тодорхойлж дараа нь үр дүнг гидрогеофизикийн аргаар баталгаажуулсан.

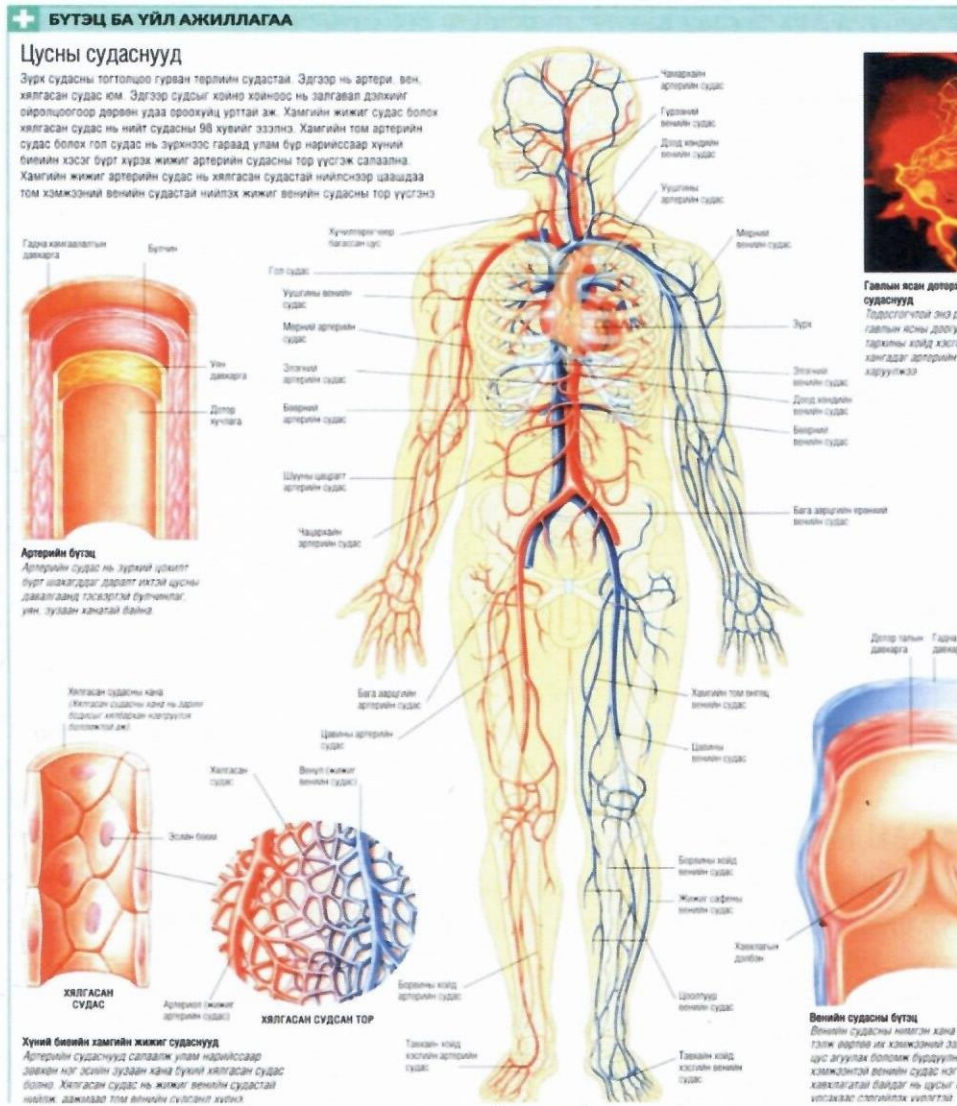


Зураг 2. Булган аймгийн Могод сумын нутаг Хульжийн халуун рашаан

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Эрт дээр үеэс биолокацын аргын бодит үр дүнг ер бусын далдын хүчний үйлчлэл гэж үзсээр байгаа ба зөвхөн зарим нэг хүнд л заяадаг зүйл хэмээн бичсээр байна. Гэвч энэ

биолокацын буюу даузин үзэгдэл нь хүссэн хүн олон жил уйгагүй хичээллэсээр тодрон гарч ирсээр байгаа нь үнэн юм. Тэгвэл эндээс бид хүн болгонд байгаа чадвар бөгөөд нөгөө талаас байгалийн мөнхийн үзэгдэлтэй нягт уялдаатай явагддаг үйл ажиллагаа гэж үзэж байгаа нь бидний олон тооны туршилтуудаас харагддаг. Мэдээж үүнийг физик, хими, геофизикийн талаас л тайлбарлах нь их дөхөж ирнэ гэж хэлж байна. Бас бусад төрлийн байгалийн шинжлэлийн талаас авч үзмээр болдгийн жишээ гэвэл хүний биеийн бүтцийн зарим хэсгээс сонирхож болно.

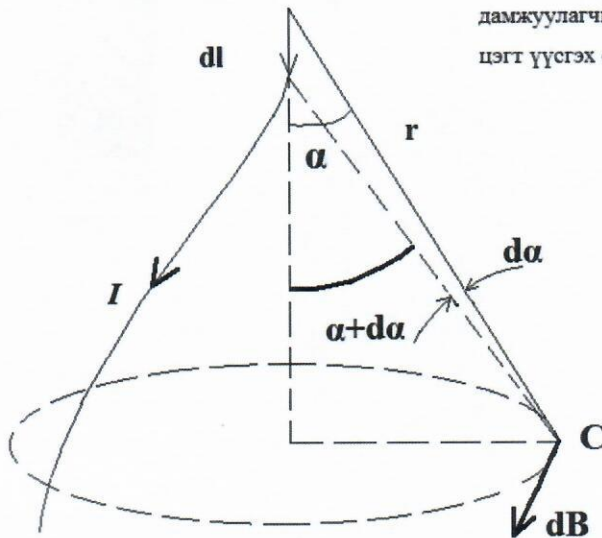


Зураг 3.

Хамгийн гол нь төмөр утас барьдаг гарын судаснууд нь хуруу тус бүрийг тойрон байрлаж байгаа учир атгахад ороомог хэлбэртэй болж голоор нь барьсан төмөр утас зүрхэвчийн үүргийг гүйцэтгэн тодорхой хэмжээний биоэнергитэй соронзон орон үүссэн байх боломжтой тул зүрхэвчинд нь газрын гүнээс цахилгаан соронзон долгион [5] ирж улмаар “Г” маягийн төмөр зүрхэвчинд цахилгаан гүйдэл үүсч физикийн өмнө нь тодорхой болсон ойлголт ёсоор соронзон индукцийн хүчээр 90⁰-аар эргэх боломжтой гэж үзэж байгаа юм. Харин манай тохиолдолд хоёр гартаа тус бүрт нь “Г” маягийн төмөр утсаа барьдаг бөгөөд эргэх үедээ 2 тийшээ эсрэг зүгтээ 90⁰ эргэнэ. Энэ нь баруун, зүүн 2 талын гарууд эсрэг цэнэгтэй [6] байдаг гэсэнтэй дүйж байх шиг болдог. Үүнийг туршлагаар батлах оролдлого үргэлжилж үр дүнтэй байна. Газрын гүнээс цахилгаан

соронзон долгио ирэх нь ямар учраас вэ гэж үзэхэд газрын доорх ус ихэвчлэн бараг бүх тохиолдолд уусмал[7] байдалд орсон байдаг гэвэл зөвшөөрөх байх. Тэгвэл тэнд маш олон төрлийн эрдэс бодис уусч гидролит диссоциацийн[8] үзэгдэл явагдан улмаар усны судлын зах хэсгээр анод, катодын шинж чанартай цэнэг зөөсөн ионууд (анион, катион) 2 талдаа гарч тодорхой нөхцөлд байгалийн цахилгаан соронзон долгио үүсгэдэг нь бидний хэмжилт, туршилтын үед илэрч байна гэж үзэж байгаа юм. Тухайн үед биолокацын аргаар судлан газрын доорх усны орших гүний хэмжигдэхүүнийг олоход ашиглах үндсэн томъёо болгох зорилгоор дараах илэрхийллийг сонгож байгаа юм.

Ж.Био, Ф.Савар, П.Лаплас нарын хуулиар I гүйдэлтэй дамжуулагчийн dl жижиг хэсгээс r зайд орших ямар нэг C цэгт үүсгэх соронзон орны индукц dB нь:



$$dB = \frac{\mu_0 \mu I dl \sin \alpha}{4\pi r^2}$$

Зураг 4 μ - орчны соронзон нэвтрүүлэх чадвар, μ_0 – соронзон тогтмол бөгөөд нэгжийн системийн сонголтоос хамаарна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Journal of sustainable Development in Africa / Clarion University of Pennsylvania, Clarion, Pennsylvania, (Volume 12, No.5, 2010) ISSN:1520-5509, хууд.199.
- [2]. П.Хөхөө. Сайншандын гидрогеологийн ай савын геофизик-гидрогеологийн нөхцөл. Улаанбаатар.2008.хууд.56.
- [3]. Т.Ванчиг. Увс нуурын артезийн ай савын гидрогеофизикийн загварчлал. Улаанбаатар хот. 2008. Хууд.87.
- [4]. Б.Базаррагчаа, Д.Ганбаатар, Н.Дамдинжав, Б.Доржсүрэн. Физик 1. Улаанбаатар. 2007 он. Хууд.205-206,225-226.
- [5]. С.W.Fetter. Applied Hydrogeology. (fourth edition) Pearson Education International. 2001.Хууд.479-482.
- [6]. Самбуугийн Даваахүү. Биоэнерги I. Улаанбаатар 2006 он. Хууд.71.
- [7]. В.К.Хмелевской. Краткий курс разведочной геофизики. Издательство московского университета, 1979. Хууд.85-88
- [8]. А.И.Бусев, И.П.Ефимов. Химийн тодорхойлолт, ойлголт, нэр томъёо. БНМАУ Ардын боловсролын яамны сурах бичиг сэтгүүлийн нэгдсэн редакцын газар. Улаанбаатар1987.

СЭЛБЭ ГОЛЫН МОРФОЛОГИ, ХАГШААС ЗӨӨГДӨЛ

Э.Ган-Эрдэнэ*, М.Далайцэрэн**, С.Чинзориг*

*ШУА, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, УНУАС

**Престиж инженеринг ХХК

*Имэйл: chinzorigs@mas.ac.mn

ХУРААНГУЙ

Усны барилга байгууламж, зам гүүр, хот төлөвлөлт, уруйн үерээс хот, суурин хүн ам, эд хэнэгийн хамгаалах үндэслэл боловсруулахад голын голдирлын морфодинамик, хагшаас зөөгдөл, түүний эх үүсвэрийн судалгаа нь ихээхэн ач холбогдолтой бөгөөд зайлшгүй шаардлагатай байдаг. Энэ судалгааны ажлаар Улаанбаатар хотын дундуур хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөлд ихээхэн өртсөн Сэлбэ голын хагшаас, түүний шинж чанар, зөөгдлийн тодорхойлохыг зорилоо. Судалгааны ажлын хүрээнд голын уртын дагуу Улаанбаатар хотын орчим (Дамбадаржаагийн гүүрнээс Туул голд цатгах хүртэл) 40 цэгийг сонгон авсан бөгөөд голын ёроолын барзгаршлын коэффициент, хагшаасны шинж чанар, зөөгдөж эхлэх голын зарцуулга тооцсон. Тооцоогоор Сэлбэ голын ёроолын барзгаршлын коэффициент дунджаар 0.01-ээс 0.029-ийн хооронд, хагшаас зөөгдөж эхлэх зарцуулга 2-оос 94 м³/сек-ын хооронд байна. Судалгааны талбайд Сэлбэ голын хагшаасны голч хэмжээ эхэн хэсгээс адаг хэсэг рүүгээ буурч байгаа бол хагшаас хөдөлгөөнд орж эхлэх голын зарцуулга эхэн хэсгээс адаг хэсэг рүүгээ нэмэгдэж байна.

Түлхүүр үг: Барзгаршил, голдирол, ёроолын хагшаас, урсац

ОРШИЛ

Голын морфологи нь урсгал усаар хагшаас элэгдэх, зөөгдөх болон хуримтлах үйл явцын үр дүнд бий болно. Аливаа голын морфологийн өөрчлөлт нь байгаль цаг уурын хүчин зүйлийн нөлөөллөөс гадна хүний үйл ажиллагааны улмаас ихээхэн өөрчлөгдөж байна. Голын систем, голын морфологи нь ямарваа нэгэн хүний үйл ажиллагааны үзүүлж буй нөлөөллийн дараа дасан зохицох, тэнцвэрт байдалдаа орох хүртэл шилжилтийн тодорхой хугацаа зарцуулдаг байна. Үүний дараа голын морфологийн шинэ тэнцвэрт байдалд орж шинэ голдирол, уртын дагуух налуу, өргөн, усны гүн, хагшаасны шинэ ширхэглэлийн фракцыг бий болгосон байдаг [1].

Голын голдирлын динамик процессыг судлах, түүний хэтийн төлөвийг тодорхойлох нь дэд бүтцийн салбарт чухал ач холбогдолтой. Гол, мөрөн дээгүүр өндөр хүчдэлийн шугам татах, зам гүүр, үерийн хамгаалалтын байгууламж, хот байгуулалтын төлөвлөлт зэрэг улс орны дэд бүтцийн асуудлыг хэрэгжүүлэх, уруйн үерээс нийгмийн баялаг, ард иргэдийн өмч хөрөнгийг хамгаалах үндэслэл боловсруулахад голын голдирлын морфодинамик, хагшаас зөөгдөл, түүний эх үүсвэр болон голдирлын хэв шинж, өөрчлөлтийн судалгаа нь ихээхэн ач холбогдолтой байдаг [2]. Гол бүрэлдэн буй болж буй эхээсээ далай тэнгис хүртэл урсахдаа өөр хоорондоо ялгаатай голдирлын хэлбэрийг үүсгэдэг. Голдирлын хэлбэр нь тухайн нутгийн геологи, геоморфологиос хамааран ерөнхийдөө тэгш бус хэлбэртэй байдаг. Ихэнх голууд эхэн хэсэгтээ ёроолын хагшаас нь том ширхэгтэй хайрга, бул чулуу, үхэр чулуунаас бүрддэг ба доошлох тусам ёроолын хагшаасны ширхгийн хэмжээ багасдаг. Голын голдирлын хэлбэр ихэвчлэн тэгш бус, салаалсан, тохойрсон хэлбэртэй байдаг [3].

Манай орны хувьд 1977 оноос эхлэн голын морфологийн судалгааг хийж эхэлсэн бөгөөд нарийвчлан судалгаа хийгдээгүйн улмаас 1990-ээд оны үед ашиглалтад орсон усны

барилга байгууламжууд нь голын голдирлын өөрчлөлтийн улмаас ус авах толгойн барилгын хэвийн үйл ажиллагаа алдагдаж усалгаа тасалдахад хүрсэн олон тохиолдлууд бий болсон учраас энэ чиглэлийн судалгааг нарийвчлан хийх шаардлага тулгараад байна. Иймд энэ судалгааны ажлын зорилго нь голын ёроолын барзгаршлын коэффициент, хагшаасны шинж чанар, түүний зөөгдлийг тодорхойлох, үнэлэхэд оршино.

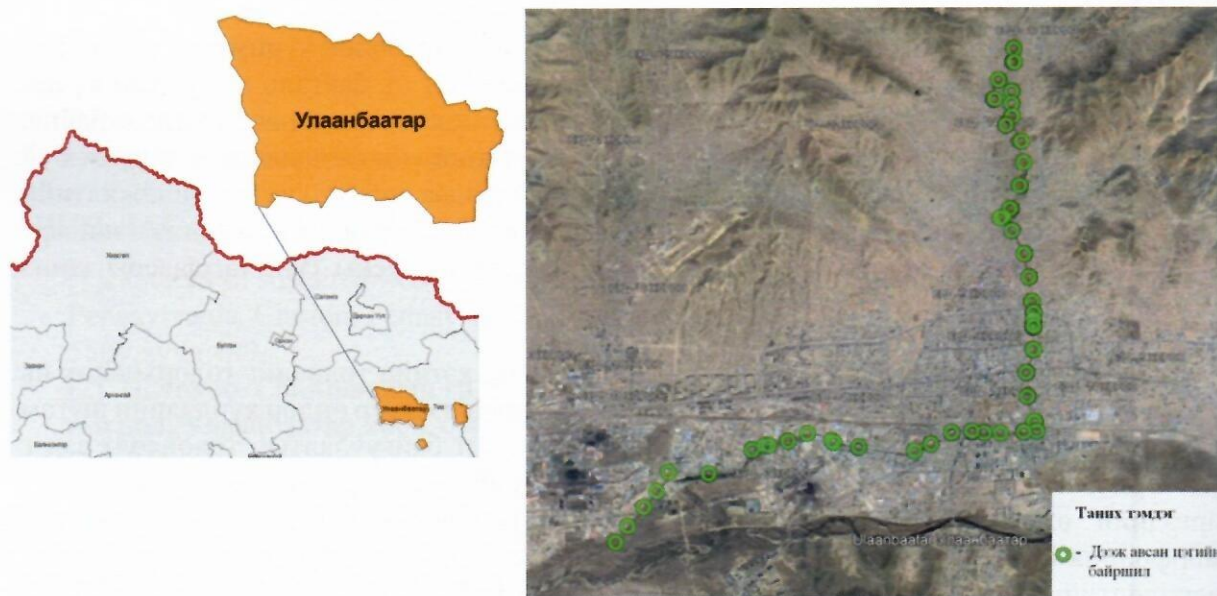
Энэ судалгааны ажлын хүрээнд Сэлбэ гол дагуу Дамбадаржаагийн гүүрнээс Туул голд цутгах хүртэл нийт 40 хөндлөн огтлолыг байгуулан, эдгээрээс голын ёроолын хагшаасны дээж авч хагшаасны тогтвортой байх хязгаарыг болон хагшаас зөөгдлийг жигд урсгалтай үеийн нөхцөлөөр тодорхойлсон.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Голын ёроолын хагшаасны шинж чанарыг тодорхойлох

Сэлбэ голын уртын дагууд (Дамбадаржаагийн гүүрнээс 217 м дээш байх SR-1 цэгээс Сэлбэ гол Туул гол цутгах SR-46 цэг хүртэл) 500 м орчим зайтайгаар нийт 40 хөндлөн огтлол сонгон авч хөндлөн огтлол түс бүрээс үндсэн голдирол, баруун, зүүн татмаас хагшаасны дээж авсан.

Нэг хөндлөн огтлолд голын үндсэн голдирлын төв, хурд ихтэй хэсэгт том ширхэглэлтэй хагшаасны фракцууд давамгайлдаг бол хурд багатай эрэг хэсгээр харьцангуй жижиг голчтой хагшаас давамгайлна. Иймд бид нэг хөндлөн огтлолоос баруун, зүүн эрэг болон



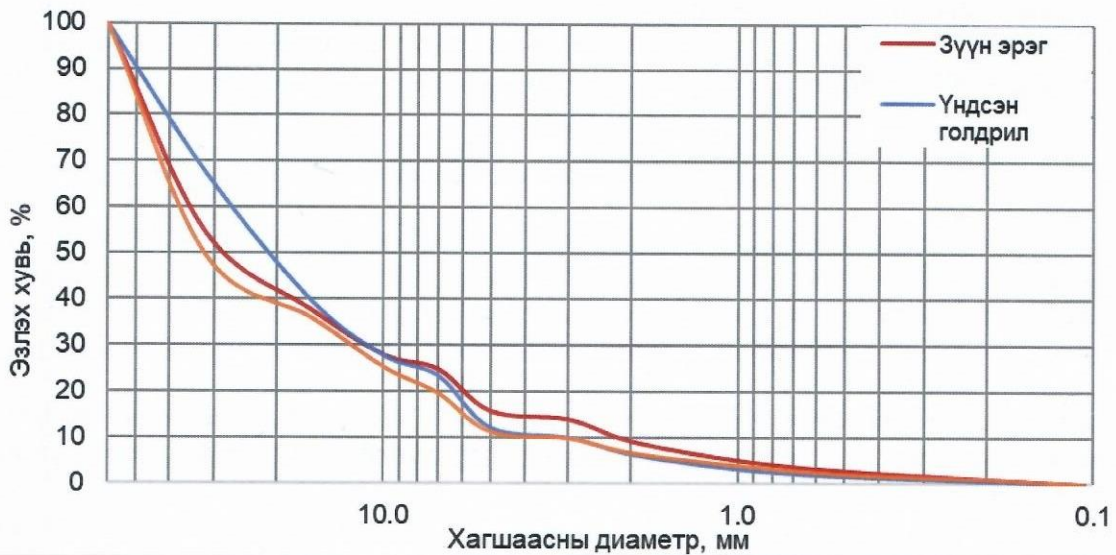
Зураг 1. Судалгааны талбай, дээж авсан байршил.

Хагшаасны дээж тус бүрийг >100 , 90, 75, 31.8, 16, 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1, 0.106, 0.075, <0.075 мм-ийн шигшүүрээр шигшиж шигшүүр тус бүр дээр тогтсон жинг тодорхойлсон.



Зураг 2. Ангилан ялгасан голын ёроолын хагшаас.

Дээж тус бүр дээр хагшаасны ширхэглэлийн муруйг байгуулж голлох диаметр (D90, D75, D50, D10)-ийг муруй тус бүрээс тодорхойлсон. Эдгээр хагшаасны голч нь хагшаас зөөгдөл, голын урсгалын гидравлик үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоход чухал үзүүлэлтүүд болно.



Зураг 3. Хагшаасны ширхэглэлийн муруй

Голын гидравлик үзүүлэлтүүд

Голын ёроолын болон эргийн барзгаршлын коэффициент

Устай харьцах аливаа гадаргуугийн шинж чанар нь түүнтэй харьцан урсах усны гидравлик үзүүлэлтүүдэд шууд нөлөөлдөг. Тухайлбал, голын ёроолын хагшаасны ширхэглэлийн диаметр нь голын усны гидравлик үзүүлэлтүүдэд шууд нөлөөлж урсгалын шинж чанар, гол, сувгийн урсгалын зарцуулгыг тодорхойлох гол хүчин зүйлийн нэг болдог. Үүнийг барзгаршлын коэффициентоор илэрхийлэх бөгөөд гол, мөрний хувьд ёроолын хагшаасны ширхэглэлийн диаметрээс хамааруулан тодорхойлж болно. Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд хагшаасны ширхэглэлийн диаметрээс хамааруулан Сэлбэ голын уртын дагуу сонгосон хөндлөн огтлолуудад ёроолын барзгаршлын коэффициентыг дараах аргаар тодорхойлсон.

$$\text{Strickler (1923)} \quad n = \frac{1}{21.1} d_{50}^{1/6} \quad (1)$$

$$\text{Meyer – Peter \& Muller (1948)} \quad n = \frac{1}{26} d_{90}^{1/6} \quad (2)$$

$$\text{Lane \& Carlson (1953)} \quad n = \frac{1}{21.14} d_{75}^{1/6} \quad (3)$$

Энд: d_{50} , d_{75} , d_{90} нь хагшаасны 50, 75, 90 %-д харгалзах хагшаасны голч [4].

Урсац, гидравликийн тооцоо

Судалгааны талбайн уртын дагууд голын урсацын тооцоо (усны гүн, хурд, усан огтлолын талбай, голын өргөн, нойтон периметр урсгалын хурд)-г хөндлөн огтлол тус бүр дээр хагшаасны голч D50, энэ голчоор тодорхойлсон барзгаршлын коэффициентыг ашиглан тодорхойлсон. Хөндлөн огтлол тус бүр дээр ёроолын хагшаасны зөөгдөж эхлэх голын зарцуулгыг D50, D90-ыг ашиглан тооцсон.

Голын ёроолын хагшаас зөөгдөж эхлэх зарцуулгыг тодорхойлох

Урсгал усан дахь хагшаасны (элс, хайрга) тогтвортой байдал нь урсгалын хурдаас хамаарсан tv шүргэх хүчдэлээс хамаарах бөгөөд энэ үзүүлэлт хагшаасны тогтвортой байдлын хязгаарыг давахад хагшаас хөдөлгөөнд орж өнхрөх, гулсах эсвэл усанд өлгөгдөх байдлаар зөөгдөж эхэлдэг. Albert F. Shields (1908-1974) боловсруулсан Шилдсийн томъёо нь урсгал усан дахь хагшаасны (элс, хайрга) тогтвортой байдлын тооцооны арга бөгөөд ёроолын хагшаасны хөдөлгөөний эхэлж байгаа эсэхийг тодорхойлдог. Шилдсийн параметрийг дараах тэгшитгэлээр тодорхойлно [5].

$$\Theta = \frac{u^2}{c^2 \Delta D} \quad (4)$$

$$Re_* = \frac{u_* D}{\nu} \quad (5)$$

$$u_* = \frac{u \sqrt{g}}{c} \quad (6)$$

Энд: Θ - Шилдсийн параметр, Re_* - Рейнольдсын тоо, u - шүргэх хурд, Δ - ус хагшаасны харьцангуй нягт, ν -усны кинематик зунгааралт, g -хурдатгал, c – Шезийн коэффициент, u – урсгалын хурд.

Шезийн коэффициентыг дараах аргаар тодорхойлж болно.

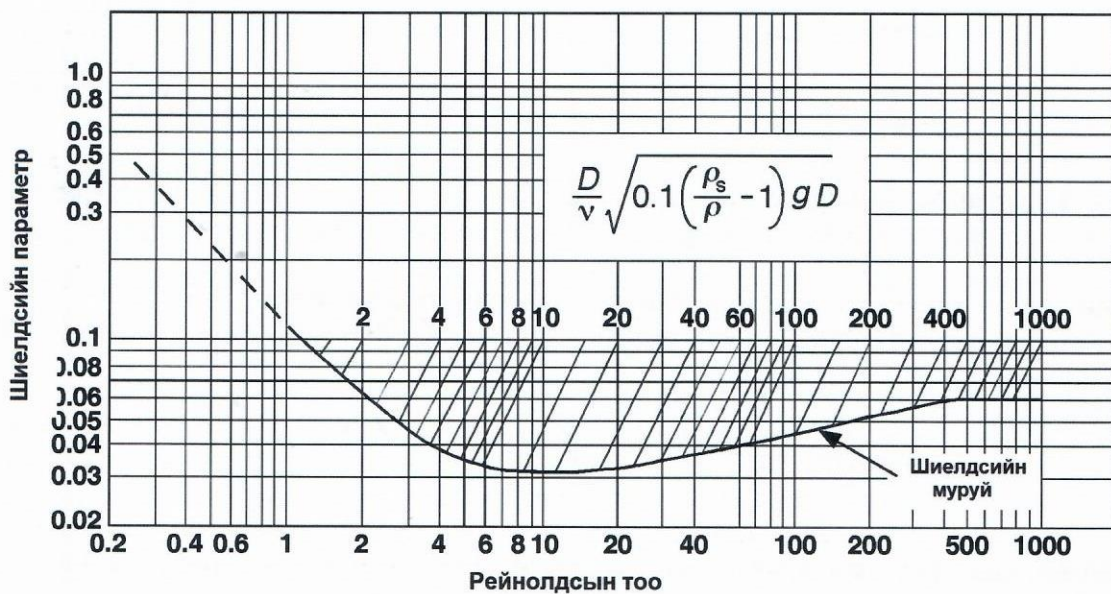
$$Manning \ (1953) \ C = \left(\frac{1}{n}\right) R^{2/3} \quad (7)$$

$$Chezy \ (1975) \ C = \frac{v}{\sqrt{RS_0}} \quad (8)$$

$$Ganguillet \ and \ Kutter \ C = \frac{23 + \frac{0.00155}{S} + \frac{1}{n}}{\left(23 + \frac{0.00155}{S}\right)^n \sqrt{R}} \quad (9)$$

Энд: u - урсгалын хурд, R -гидравлик радиус, S_0 - голын ёроолын хэвгий.

Шилдс (1936) туршилтуудын үр дүнд Шилдсийн диаграммыг байгуулсан (Зураг 4). График дахь Шилдсийн шугам нь ёроолын хагшаас "хөдөлгөөнтэй" ба "хөдөлгөөнгүй" гэсэн загийг ялгааг харуулах бөгөөд Шилдсийн параметр болон Рейнольдсын тоогоор тодорхойлсон цэг Y тэнхлэгийн дагуу шугамын дээр буухад хагшаас "хөдөлгөөнтэй" буюу тогтворгүй, доор буухад "хөдөлгөөнгүй" буюу тогтвортой байна гэж үзнэ (Зураг 4) [3].



Зураг 4. Шилдсийн диаграмм.

Сэлбэ голын 100 жилд 1 тохиолдох үерийн хэмжээ 120 м³/сек учир тус судалгааны ажилд голын ёроолын хагшаас тогтворгүй болох хязгаарыг буюу хөдөлгөөнд орж эхлэх зарцуулгыг тодорхойлоход хөндлөн огтлол дээрх голын зарцуулгыг 0.2 м³/сек-ийн алхамтайгаар 120 м³/сек хүртэл өсгөж тодорхойлсон.

Энд; q_s - хагшаасны нягт (кг/м³), q_w - усны нягт (кг/м³), C - Шезийн коэффициент, C_{90} - хагшаасны голч D90-ээс хамаарсан Шезийн коэффициент, h - урсгалын гүн (м).

Хагшаас зөөгдлийг тодорхойлох

Голын хагшаасны судалгаа нь гол дагуу усны барилга байгууламжийг төлөвлөхөд чухал ач холбогдолтой. Голын ёроолын хагшаас хуримлагдах, суух, зөөгдөх, шилжих явц нь нь геоморфологийн хүчин зүйл, урсгалын гидравлик үзүүлэлтүүд, чулуулгийн бүтэц, ёроолын хагшаасны шинж чанар, голдирлын хэвгий зэрэг олон үзүүлэлтээс хамаардаг. Голын ёроолын хагшаас зөөгдлийг Meyer-Peter Müller (1948)-ын аргаар тодорхойлсон. Хагшаас зөөгдлийн энэ аргыг $\omega s/v^* > 1$, $D_{дундаж} > 0.4$ мм, $\mu\Theta < 0.2$ байх тус гурван нөхцөлийг хангасан тохиолдолд хэрэглэх бөгөөд Сэлбэ голын судалгааны хэсгийн хувьд эдгээр гурван шалгуурыг хангаж байна. Meyer-Peter Müller-ийн томъёо дараах байдлаар бичигдэнэ [6].

$$q_{sb} = 8\sqrt{\Delta g D_m^3} \sqrt{(\mu\Theta - 0.047)^3} \quad (10)$$

Энд; q_{sb} - ХО-ын нэгж урт дахь хагшаас зөөгдөл (м²/сек), Δ - харьцангуй нягт, μ - ёроолын хэлбэрийн фактор, Θ - Шилдсийн параметр, $D_{дундаж}$ - хагшаасны дундаж голч (м), 0.047 - хөдөлгөөний параметр (Θ_{cr}).

Дээрх томъёоны Δ - харьцангуй нягт, μ - ёроолын хэлбэрийн фактор, Θ - Шилдсийн параметрийг дараах байдлаар олно.

$$\Delta = \frac{(q_s - q_w)}{q_w} \quad (11)$$

$$\Theta = \frac{u^2}{c^2 \Delta D_m} \quad (12)$$

$$\mu = \sqrt{(C/C_{90})^3} \quad (13)$$

$$C_{90} = 18 \log_{10} \left(\frac{12h}{D_{90}} \right) \quad (14)$$

Энд; q_s - хагшаасны нягт (кг/м³), q_w - усны нягт (кг/м³), C - Шезийн коэффициент, C_{90} - хагшаасны голч D_{90} -ээс хамаарсан Шезийн коэффициент, h - урсгалын гүн (м).

Голын уртын дагуух голдирлын ёроолын хэвгийг тодорхойлох

Сэлбэ голын дагуу голдирлын хэвгийг хөндлөн огтлол бүр дээр дараах тэгшитгэлээр тодорхойллоо.

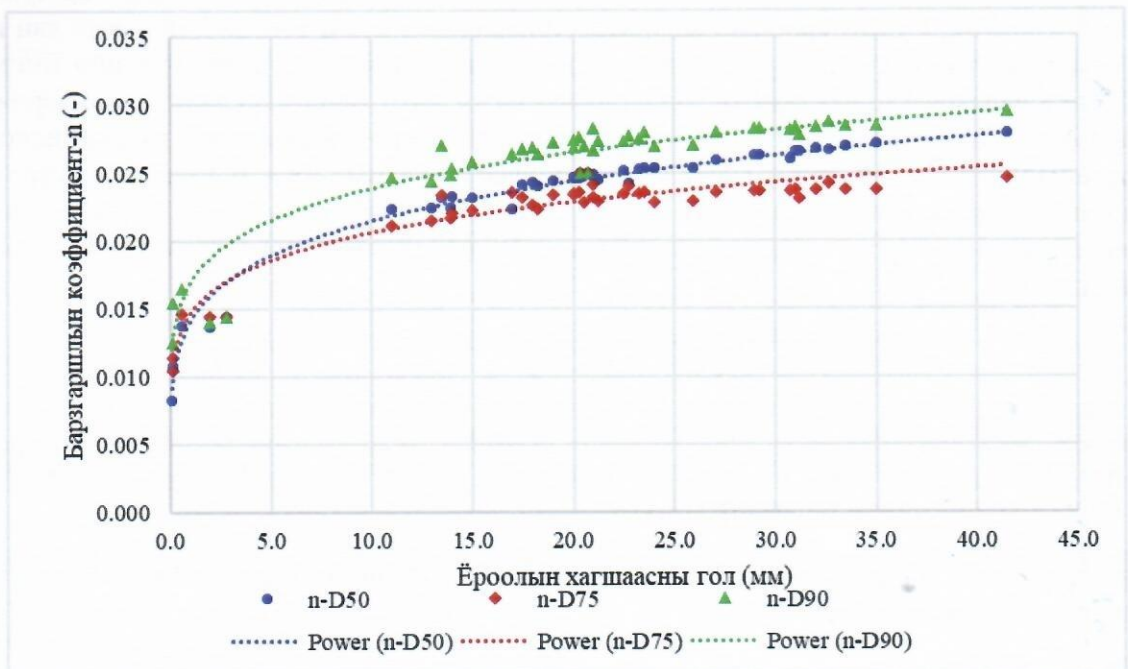
$$i_{\text{дундаж}} = \frac{i_1 + i_2 + i_3}{3} \quad (15)$$

Энд: i_1 - хөндлөн огтлолын хамгийн нам цэгээр тодорхойлсон хэвгий, i_2 - хөндлөн огтлолын усан огтлолын дундаж гүнээр тодорхойлсон хэвгий, i_3 - хөндлөн огтлолын хамгийн усан мандлын цэгээр тодорхойлсон хэвгий.

ҮР ДҮН

Голын ёроолын барзгаршлын коэффициент

Судалгааны ажлын хүрээнд хагшаасны ширхэглэлийн диаметрээс хамааруулан Сэлбэ голын уртын дагуу сонгосон хөндлөн огтлолуудад ёроолын барзгаршлын коэффициентыг Strickler (1923), Meyer-Peter & Müller (1948), Lane & Carlson (1953)-ийн аргуудаар хагшаасны голч D_{50} , D_{75} , D_{90} -ыг ашиглан тодорхойлсон. Барзгаршлын коэффициент хагшаасны голчтой эерэг шууд хамааралтай (Зураг 5) бөгөөд хагшаасны голчийн хэмжээ болон ёроолын барзгаршлын коэффициент судалгааны талбайн эхэн хэсгээс адаг хэсэг рүү буурна.



Зураг 5. Ёроолын хагшаас болон барзгаршлын коэффициентын хамаарал.

Хагшаасны голч, барзгаршлын коэффициент уртын дагууд 0.8-35 мм, 0.01-0.029-ийн хооронд тус тус хэлбэлзэж байна. Хамгийн их болон бага барзгаршлын коэффициент SR-22, Sr-29 цэгүүдэд тодорхойлогдсон.

Голын ёроолын хагшаас зөөгдөж эхлэх зарцуулга

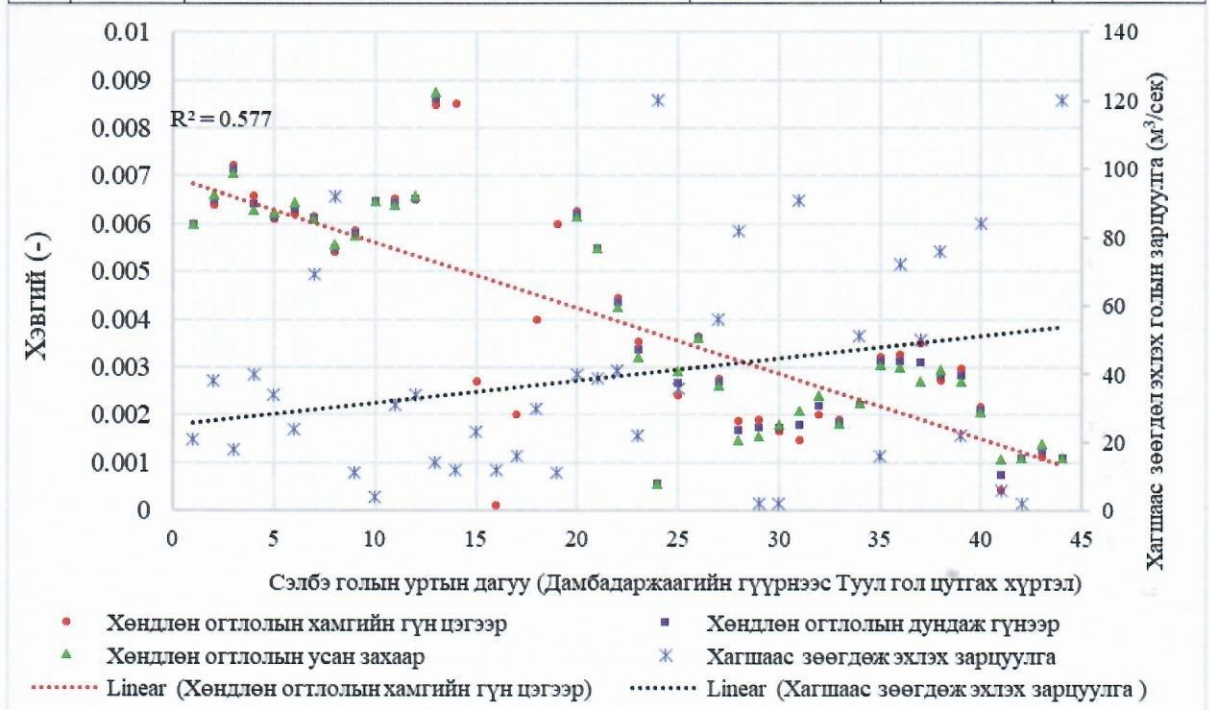
Энэ судалгаагаар Сэлбэ голын уртын дагуу хагшаас зөөгдөж эхлэх хязгаарыг давах үеийн усны зарцуулгыг тодорхойлсон. Голын ёроолын тогтвортой байдалд үзүүлж буй голлох хүчин зүйл нь хагшаасны голч, голын голдирлын хэвгий болон татмын хөндлөн огтлолын хэмжээ байна. Иймд голын уртын дагууд ёроолын хагшаасыг тогтвортгүй болгох зарцуулгын хэмжээ уртын дагуу харилцан адилгүй байна.

Тухайлбал, Чингэлтэй үерийн суваг хүртэлх цэгүүдэд голын ёроолын хагшаасыг тогтворгүй болгож эхлэх өнгөрөөлтийн хэмжээ 17.0-41.0 м³/сек байна. Татам өргөссөн цэгүүдэд (SR7-SR8) хязгаарын давах өнгөрөлт 69.0-94.0 м³/сек байна

Хүснэгт 1. Хөндлөн огтлол тус бүр дээрх ёроолын хагшаас хөдөлж эхлэх зарцуулга.

№	Код	Байршил (хөндлөн огтлол)	Шилдсийн параметр Θ	Рейнольдс тоо Re	Q (м ³ /сек)
1	SR1	Дамбадаржаагийн гүүрнээс дээш 217 м	0.061-0.065	3145-3246	20.0-22.0
2	SR2	Дамбадаржаагийн гүүрнээс доош 49 м	0.062-0.068	2809-2926	37.0-38.0
3	SR3	Дамбадаржаагийн гүүрнээс доош 572 м	0.061-0.064	4123-4221	17.0-18.0
4	SR4	Долоон буудлын харалдаа	0.059-0.063	3088-3197	40.0-41.0
5	SR5	Сэлбэ голд Бэлхийн гол нийлснээс доош 135 м	0.064-0.069	2829-2942	34.0-35.0
6	SR6	Дарь Эх рашаантай харалдаа	0.068-0.075	2031-2132	23.0-24.0
7	SR7	Сэлбэ голд Дарь Эх рашааны ус нийлэхээс 180 м дээш	0.062-0.064	4152-4231	69.0-72.0
8	SR8	Сэлбэ дэд станцаас зүүн хойд	0.060-0.0-62	4519-4586	92.0-94.0
9	SR9	Хайлааст Дарь эхийн гүүрнээс доош 90 м	0.062-0.063	3168-3200	10.0-11.0
10	SR10	Хайлаастын суваг нийлснээс доош 210 м	0.051-0.057	2971-3140	3.0-4.0
11	SR11	Сэлбийн 4, 5 дугаар гудамжны голд харалдаа	0.061-0.065	3330-3451	31.0-32.0
12	SR12	Баян соёмбо хотхоны зүүн талд	0.068-0.072	3710-3826	34.0-35.0
13	SR13	100 айлын гүүрнээс дээш 160 м	0.073-0.083	2467-2620	13.0-14.0
14	SR14	100 айлын гүүрнээс доош 32 м (Ус халиагуурны дээр)	0.063-0.068	3975-4142	11.0-12.0
15	SR15	100 айлын гүүрнээс доош 53 м (Ус халиагуурны доор)	0.07-0.071	1726-1733	23.0-24.0
16	SR16	АНУ-ын элчин сайдын яам зүүн урд (Ус халиагуурны дээр)	0.048-0.052	15.9-16.6	10.0-12.0
17	SR17	АНУ-ын элчин сайдын яам зүүн урд (Ус халиагуурны доор)	0.065-0.067	947-958	15.0-16.0
18	SR18	Голден вила хотхоноос гардаг гүүрний доор (Ус халиагуурны дээр)	0.061-0.064	3731-3779	30.0-31.0
19	SR19	Голден вила хотхоноос гардаг гүүрний доор (Ус халиагуурны доор)	0.059-0.066	4054-4292	10.0-11.0

20	SR20	Сансрын И-Март төмөр гүүрний доош 80 м	0.065-0.069	4490-4603	40.0-42.0
21	SR21	Арслантай гүүрнээс доош 60 м	0.060-0.062	5164-5249	39.0-40.0
22	SR22	Натурын гүүрний дээр	0.053-0.054	4421-4489	41.0-42.0
23	SR23	S-Outlet	0.063-0.066	2476-2509	21.0-22.0
24	SR24	Эргэлт	0.049	1302	>120.0
25	SR25	Их наяд худалдааны төвийн урд	0.057-0.058	1849-1874	36.0-37.0
26	SR27	Акуа гарден хотхоны зүүн урд гүүрнээс доош 13 м	0.065-0.068	2333-2360	56.0-58.0
27	SR28	Акуа гарден хотхоны баруун эрд гүүрнээс дээш 12 м	0.057-0.065	2513-2672	82.0-86.0
28	SR29	Гранд вилла хотхон	0.35-0.37	60-62	~2.0
29	SR30	ЦЕГ-ын автобаазын урд	0.20-0.21	129.3-132	~2.0
30	SR31	Уран ган	0.057	2173-2175	91.0-92.0
31	SR34	Алтай хотхоны гүүрнээс дээш 5 м	0.058	2875-2877	51.0-52.0
32	SR35	АПУ ХК-ийн зүүн хойно	0.049-0.051	1864-1910	16.0-17.0
33	SR36	Говь Кашмерын хойно	0.057-0.058	2424-2451	72.0-73.0
34	SR37	Мөнхийн үсэг ХХК үйлдвэр	0.060-0.061	1976-2007	50.0-51.0
35	SR38	Биг барилгын материалын төвийн урд гүүрнээс дээш 113 м	0.063-0.065	2375-2403	76.0-77.0
36	SR39	Дэлгэрэх хотхоны хойно	0.057-0.058	2510-2532	22.0-23.0
37	SR40	Трансвест Монголий ХХК-ний урд	0.097-0.098	855-867	84.0-86.0
38	SR43	Баруун уулын суваг нийлсний дараа-1	0.056-0.063	80.5-91.1	4.0-8.0
39	SR44	Баруун уулын суваг нийлсний дараа-2	0.085-0.085	71.6-71.9	~2.0
40	SR46	Сэлбэ гол Туул голд цутгахын өмнө	0.043	4103	>120.0



Зураг 6. Сэлбэ голын дагуу голын голдирлыг хэвгий (Дамбадаржаагийн гүүрнээс Туул гол цутгах хүртэл).

Хагшаас зөөгдөл

Сэлбэ голын хувьд хагшаасны фракцын диаметр, голын морфологи шинж чанар, голдирол дагуух хэвгий, голын өнгөрөлт, урсгалын хурдаснаас ихээхэн хамаарч байна.

Хагшаасны зөөгдлийг тооцоход Meyer-Peter Müller-ийн аргыг ашигласан бөгөөд энэ аргын гол үзүүлэлтүүд болох Θ - Шилдсийн параметр болон μ - ёроолын хэлбэрийн фактор-ийг тодорхойлоход гурван аргаар (томьёо 7, 8, 9) тооцсон Шезийн коэффициент ашиглагдсан (томьёо 12, 13). Иймд гурван аргаар Шезийн коэффициентоос хамраасан зөөгдлийн тооцооноос харахад хагшаас зөөгдлийн хэмжээ тухайн нэг хөндлөн огтлол дээр ялгаа бага байна.

Сэлбэ-1 SR1 хөндлөн огтлолд голын зарцуулгыг 2.0 м³/сек-ийн алхамтайгаар нэмэгдүүлэн хагшаас зөөгдлийн хэмжээг тодорхойлоход зарцуулга 20-22 м³/сек хүрэхэд Шилдсийн диаграммаар Шилдсийн параметр 0.061-0.065, Рейнольдс тоо 3145-3246 болж хагшаас зөөгдөж эхэлж байна (Хүснэгт 1). Үүнээс дээш зарцуулгыг 30, 50, 80, 110, 120 м³/сек хүртэл нэмэгдүүлэхэд хагшаас зөөгдлийн хэмжээ 0.7, 1.3, 3.4, 4.9, 5.5 м³/минут хэмжээтэй байна.

Судалгааны талбай дахь хагшаас зөөгдлийг ерөнхийд нь дүгнэн үзвэл талбайн эхэн хэсэгт хагшаас зөөгдлийн хэмжээ дунд болон адаг хэсэгтэй харьцуулахад харьцангуй их байна. Судалгааны цэгийн дагуу SR-1 (Дамбадаржаагийн гүүрний дээд цэг)-ээс SR-6 (Дарь эхийн рашаантай харалдаа цэг) хөдлөн огтлолуудад зөөгдөл их хэмжээтэй байсан бол SR-7 (Сэлбэ голд Дарь Эх рашааны ус нийлэхээс 180 м дээш)-ээс SR-9 (Хайлааст Дарь эхийн гүүрнээс доош 90 м) хөдлөн огтлолуудад буурч SR-10 (Хайлаастын суваг нийлснээс доош 210 м)-ээс SR-14 (100 айлын гүүрнээс доош 32 м [Ус халиагуурын дээр]) цэгүүдэд дахин нэмэгдэж байна.

100 айлын гүүрнээс доош хөндлөн огтлолуудад хагшаас зөөгдлийн хэмжээ гүүрнээс дээших цэгүүдтэй харьцуулахад SR-19 (Голден вилла хотхоноос гардаг гүүрний доор (Ус халиагуурын доор)) цэгийг эс тооцвол харьцангуй бага байна. SR-19 хөндлөн огтлолын хэсгийн хагшаасны голчийн хэмжээ дундаж (D50=21.5 мм) боловч голдирлын хэвгийг судалгааны талбайн бусад цэгтэй харьцуулахад их, голдирол огцом нарийссан зэрэг шалтгаантайгаар хагшаас зөөвөрлөлт харьцангуй их байна.

Хоёр хөндлөн огтлол (SR24, SR46)-ын хэсэгт голын зарцуулгыг 120.0 м³/сек хүртэл нэмэгдүүлэхэд ёроолын хагшаас зөөгдөл явагдахгүй байна. SR24 буюу Сэлбэ голын эргэлтийн хэсэгт хэвгий харьцангуй бага 0.00057, дээд (SR23) болон доод (SR25) хэсгүүдтэй харьцуулахад урсгалын хурд бага байгаа нь хагшаас зөөгдөл явагдахгүй байгаа гол шалтгааны нэг болж байна. Харин судалгааны хамгийн доод хэсэг болох Сэлбэ гол Туулд голын цутгахын өмнө хагшаасны голч харьцангуй том (D50=33.5 мм) байгаа нь энэ хэсэгт хагшаас зөөгдөл явагдахгүй гол шалтгаан болсон байна. Энэ хэсэгт харьцангуй том фракцтай хагшаасны хуримтлал үүссэн нь Туул голын үерийн усаар зөөгдөж ирсэнтэй холбоотой гэж үзэж байна.

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Монгол орны нөхцөлд хагшаас, голдирлын өөрчлөлтийн судалгааны ажил эхлэлийн байдалтай байна [1]. Цөөн тооны эрдэмтэн, судлаачид голын ёроолын хагшаас, голдирлын процесстой холбоотой судалгааг хийж гүйцэтгэсэн байна. Энэ судалгааны ажлаар хүний үйл ажиллагааны нөлөөлд орсон Сэлбэ голын Улаанбаатар хэсэгт судалгааны талбайг сонгон авч хагшаасны шинж чанарыг тодорхойлж хагшаас зөөгдөх

талаар тодорхойлон дүгнэлээ. Цаашид судалгааны ажлыг нарийвчилж хагшаасны зөөгдөл, хуримтлал, хүний үйл ажиллагааны улмаас голын морфологийн ямар хэв шинж тогтсон, тогтож байгаа, голын морфологийн өөрчлөлт тэнцвэр байдалд орсон эсэх талаар хийх боломж бүрдэж байна.

Голын ёроолын барзгаршлын коэффициентыг хагшаасны голчоос хамааруулан тодорхойлсон бөгөөд тус коэффициентыг ашиглан голын урсац жигд урсацтай байх гидравлик үзүүлэлтийг болон хагшаас зөөгдлийг тодорхойлсон. Нэг хөндлөн огтлолдох дахь дээж авсан тоо, дээж авсан цэгийн сонголт, дээж авах гүн зэрэг үзүүлэлт тухайн хөндлөн огтлол дахь ёроолын барзгаршлын коэффициентын үр дүнд нөлөөлнө. Иймд хөндлөн огтлол дахь дээж авах цэгийг зөв сонгож дээжийг аргагүйн дагуу авах нь судалгааны ажлын үр дүнд чухал байна.

ДҮГНЭЛТ

Голын голдирлын динамик процессыг судлах, түүний хэтийн төлөвийг тодорхойлох нь дэд бүтцийн салбарт чухал ач холбогдолтой. Сэлбэ голын үерийн хамгаалалтын байгууламжийн хэтийн төлөв, нөхөн сэргээх асуудал, голын морфологийн өөрчлөлт тэнцвэрт байдлыг судлах нь чухал юм.

Энэ судалгааны ажлаар Сэлбэ голын Улаанбаатар хот орчмын уртын дагуу 40 цэгт хөндлөн огтлол хэмжин, цэг тус бүрээс хагшаасны дээж авч хагшаасны шинж чанар, барзгаршлын коэффициент, хагшаас зөөгдөж эхлэх зарцуулга тодорхойллоо. Хагшаасны голч голын ёроолын барзгаршлын коэффициент нь эерэг шууд хамраалтай байна. Судалгааны талбайн эхэн хэсгээс уртын дагуу доошлох тутам голын ёроолын хагшаасны голчийн хэмжээ буурах хандлагатай байна. Гэвч үерийн суваг нарийссан хэсэг дээр урсгалын хурд харьцангуй их байх бөгөөд энэ цэгүүдэд хагшаасны голч харьцангуй их том ширхэглэлтэй хайрга, бул чулуу давамгайлж байгаа нь хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөл голын морфологи, ёроолын хагшаас, гидравлик үзүүлэлтүүдэд нөлөөлж байгааг илтгэж байна. Аливаа усны барилга байгууламж, голын голдирлын нөхөн сэргээлтийн арга хэмжээг төлөвлөхөд голын морфологи, морфодинамикийн судалгааг илүү нарийвчлан хийх хэрэгтэй бөгөөд энэ судалгааны ажил нь Сэлбэ голыг нөхөн сэргээх арга хэмжээнд үндсэн мэдээлэл болох боломжтой.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Alessandra Crosato. River Morphodynamics “Modelling of morphological changes”, lecture notes, UNESCO-IHE.
- [2] Г.Даваа, “Гол мөрний хагшаас, гулдирлын хэв шинжийн өөрчлөлт”, эрдэм шинжилгээний тайлан, 1996 он.
- [3] Alessandra Crosato. River Morphodynamics “River Response at the reach scale 2”, lecture notes, UNESCO-IHE.
- [4] Mohsin Siddique. Dynamics of Fluid Flow in Open Channel Flow: Concept of open channel, Chezy’s and Manning’s equations for open channel and their application.
- [5] Alessandra Crosato. River Morphodynamics “Water motion”, lecture notes, UNESCO-IHE.
- [6] J. Lepesqueur et al.: Sediment transport modelling in riverine environments. Hydrol. Earth Syst. Sci., 23, 2019.

ЛОГИК РЕГРЕССЫН АРГА БОЛОН ОРОНЗАЙН ОЛОН ШАЛГУУР АНАЛИЗЫН АРГЫГ ХОСЛУУЛАН УСАН ГАДАРГЫГ ТОДОРХОЙЛОХ НЬ

Б.Даваажаргал*, О.Алтансүх**, П.Эрдэнэбат***

**ШУА, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, УНУАС*

***МУИС, ХШУИС, Хүрээлэн буй орчин судлал, ойн инженерчлэлийн тэнхим*

****МУИС, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Ус, цаг уурын тэнхим*

ХУРААНГУЙ

Усан гадаргыг тодорхойлоход усны спектрийн индексийн арга, гүнзгий сургалтын арга, машин сургалтын аргыг гэсэн 3 аргыг үндсэндээ ашиглаж байна. Гүнзгий сургалтын арга болон машин сургалтын арга нь усны спектрийн индексийн аргатай харьцуулахад өргөн уудам газрыг хамруулсан судалгаа явуулахад хүндрэлтэй байдаг хэдий ч үр дүнгийн үнэмшил харьцангуй өндөр байдаг. Хэрвээ усны спектрийн индексийн аргыг оронзайн статистикийн бусад аргатай хослуулах замаар үр дүнгийн үнэмшлийг сайжруулбал өргөн уудам газар нутгийн усан гадаргыг богино хугацаанд зураглах боломж бүрдэх юм. Иймээс оронзайн олон шалгуур анализын аргыг логик регрессын аргатай хослуулах замаар усны спектрийн индексийн статистик үнэмшлийг нэмэгдүүлэх зорилго тавьсан болно. Судалгааны ажилд усны спектрийн индексийг оронзайн олон шалгуур анализын аргыг хослуулан ашигласан. Мөн шалгуур үзүүлэлтийг стандартчилахдаа логик регрессын аргыг ашиглав. Судалгааны ажилд 16 хоногийн цаг хугацааны шийдтэй, 30 м оронзайн шийд бүхий Ландсат 8 хиймэл дагуулын мэдээг сонгосон. Логик регрессийн аргаар стандартчилсан шалгуур үзүүлэлтийг жингийн утгаар босгосон томъёонд орлуулж усан гадаргыг тооцоолсон. Тус тооцооны үр дүнгээс усан гадарг болон бусад гадаргыг ялгах босго утгыг Ёодены индекс ашиглан тооцоолоход 0.68 үед статистик үнэмшил 96.5% байна. Усны спектрийн индексүүдээр усан гадаргыг тооцсон үр дүнтэй оронзайн олон шалгуур анализын үр дүн нь барилгажсан газрын нөлөөг бууруулж, Азаргын голын цутгал 7-12 м өргөнтэй, 45 км урттай гол илэрч байгаагаас үзэхэд тус арга нь усан гадаргын индексийг илүү сайжруулж байна.

Түлхүүр үг: Усны спектрийн индекс, оронзайн олон шалгуур анализ, логик регрессын арга, усан гадарга, нийцлийн харьцааны индекс

ОРШИЛ

Уур амьсгалын өөрчлөлт болон хүний үйл ажиллагаа нь гадаргын ус, түүний горимд үзүүлэх нөлөөлөл нь бүс нутгийн түвшинд илүүтэй мэдрэгдэж байна [1]. Гангийн давтагдал, эрчим нэмэгдэх, агаарын температур болон хур тунадасны хувиарлалт өөрчлөгдөх зэрэг үзэгдлүүд нь дэлхийн хойт хагаст мөнх цас, мөсөн голуудын талбай буурах, цас хайлах хугацаа эртсэх, байнгын урсацтай голууд хатаж ширгэх, үе үе тасрах, үерийн аюулын давтамж нэмэгдэх гэх мэтээр гадаргын усны горимын өөрчлөлтийг илтгэх үзэгдлүүдийн оронзайн хамрах хүрээ, цаг хугацааны давтагдал нэмэгдэхэд хүргэж байна.

Энэ хирээр гадаргын усны горимын ажиглалтыг өргөн уудам газар нутгийг хамруулан, богино хугацаанд хийх хэрэгцээ шаардлага тулгарч байна. Усзүйн горимын өөрчлөлтийг тодорхойлоход усан гадаргын талбайн өөрчлөлтийн ажиглалт, мониторингийн судалгаа нь чухал ач холбогдолтой байдаг. Одоогийн хээрийн ажиглалт, хэмжилтийн арга нь энэ шаардлагыг бүрэн хангаж чадахгүй байна [2]; [3]; [4];

Харин зайнаас тандан судлалын арга нь өргөн уудам газар нутагт богино хугацаанд ажиглалт, судалгаа явуулах боломж олгодог давуу талтай. Энэ арга нь байгалийн болон хүний үйл ажиллагаагаар бий болсон объектуудын төлвийг тэдгээрийн цахилгаан соронзон долгионы ялгаатай мужид ойлгосон, цацруулсан болон сарниулсан долгионыг хэмжсэний үндсэн дээр судална.

Зайнаас тандан судлалын аргаар усан гадаргын талбайн оронзай, цаг хугацааны өөрчлөлтийг тодорхойлож буй аргуудыг босго утгын арга (threshold method), гүнзгий сургалт (deep learning), машин сургалтын арга гэж ангилж болно [5].

Эдгээр аргуудаас үнэмшил хамгийн өндөртэй арга нь гүнзгий сургалт болон машин сургалтын арга нь сүүлийн үеийн судалгааны үр дүнгүүдээс харагдаж байна [6]; [5]; [7]; [8] [9]; [10]. Мөн эдгээр аргууд нь газарзүйн мэдээллийн системийн vector, raster, tin өгөгдлүүдийг нэгтгэх боломжийг олгодог давуу талтай [5]. Гэвч эдгээр аргуудад ашиглаж буй алгоритмыг сургахад ихээхэн хэмжээний цэгэн өгөгдөл, өндөр нарийвчлал бүхий хиймэл дагуулын мэдээлэл шаарддаг учир өргөн уудам газар нутгийг хамруулан судалгаа хийхэд хүндрэлтэй байдаг [6]; [11]; [12].

Босго утгын арга нь ашиглахад энгийн, хялбар хэдий ч усан гадаргатай төстэй спектрийн ойлт өгдөг биетүүдийн нөлөөгөөр алдаа ихтэй байдаг сул талтай [13]; [14]; [15]; [4]; [10]; [16].

NDWI [13], MNDWI [17], AWEIsh, AWEInsh [18], гэх мэт усны спектрийн индексүүдийг өргөн ашиглаж байна. Эдгээр индексүүд нь ашиглаж буй хиймэл дагуулын мэдээний суваг, газрын бүрхэвч, байрзүйн нөхцөл /topography/ зэргээс хамаарч үр дүн, статистик үнэмшил зөрүүтэй байгааг энэ чиглэлээр хэвлэгдсэн бүтээлүүдэд хангалттай тайлбарласан байдаг.

Өргөн уудам газар нутгийг хамруулан, цаг хугацааны тодорхой вариациад усан гадаргыг тодорхойлоход гадаргын налуу, өндөржилт, ургамлан нөмрөг, гадаргын температур гэх мэт газарзүйн болон уур амьсгалын хүчин зүйлсийг усны спектрийн индексүүдтэй хамтатган судлахад статистик үнэмшил сайжрах боломжтой юм. Үүнийг зарим судалгааны үр дүнгүүд харуулж байна.

MAXENT загварт үндэслэсэн аргазүйгээр усан гадаргыг судалсан үр дүнгийн статистик үнэмшил 96.7-99.4% байна [5]. Тус судалгаанд гүехэн нуур, мөс, цас, ургамлан нөмрөг, хот суурин газар болон уулын сүүдрийн нөлөө ихтэй гол, нуурыг харьцуулахдаа NDWI, MNDWI болон AWEI зэрэг усны спектрийн индекс, ургамлан нөмрөгийн төлөв байдлыг хүрээлэн буй орчны фактор болгон сонгосон.

Геоморфологийн ялгаатай хэлбэрүүдэд ургамлын нормчилсон ялгааны индексийг голлон ашиглаж буй усны спектрийн индексүүдтэй логик оператор ашиглан давхцуулахад усан гадаргыг илүү сайн тодорхойлж байна.

Хагас хуурай бүс нутагт усан гадаргын цаг хугацааны өөрчлөлтийг ургамлан нөмрөг, гадаргын налуу, өндөржилт зэрэг газарзүйн хүчин зүйл, цацрагийн температур гэх мэт уур амьсгалын хүчин зүйлс болон усны спектрийн индексүүд хоорондын харилцан хамааралд тулгуурлан Random Forest algorithm ашиглаж тодорхойлоход статистик үнэмшил 99.9% байна [19].

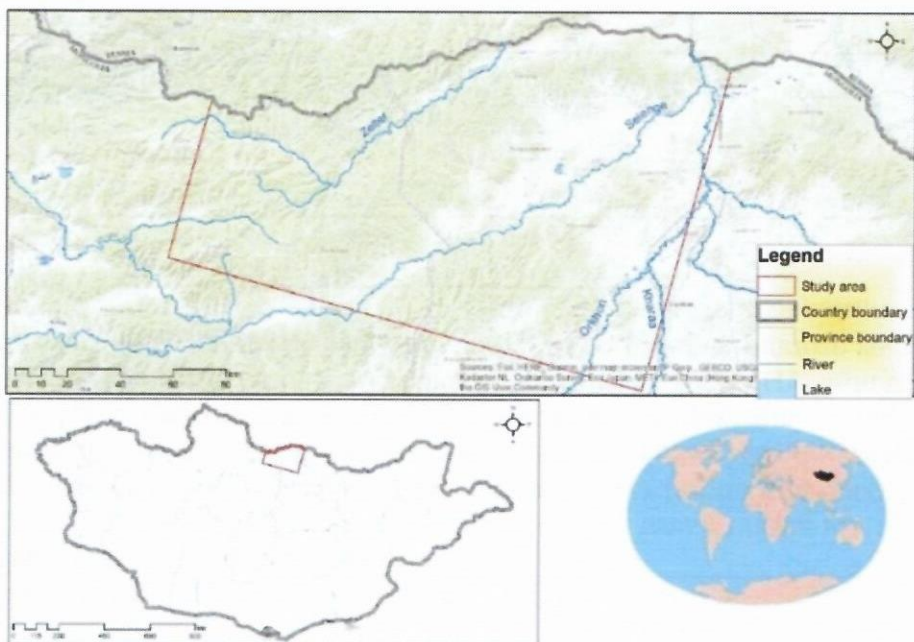
Голлон ашиглаж буй усны спектрийн индексүүдийг хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлсийн хүрээнд нь нэгтгэхдээ төрөл бүрийн ангиллын болон статистик загварчлалын арга ашигласнаар статистик үнэмшил сайжирсан хэдий ч эдгээр судалгааны ажлуудад томоохон нуур, голуудыг сонгосон байна. Мөн сонгосон ангиллын арга, загварчлалын аргууд нь өргөн уудам газар нутгийг хамруулах, богино хугацааны давтамжтай усан гадаргын мониторингийн судалгаанд ашиглахад ихээхэн цаг хугацаа шаардах, харьцангуй хүнд байна. Оронзайн олон шалгуур анализын арга нь хүчин зүйлсийг эрэмбэлэх учир харьцангуй уян хатан, ашиглаж буй функцууд нь тооцоолоход хялбар учир богино хугацаанд, хялбархан үр дүн гарган авах боломжтой зэрэг давуу талтай юм [20]; [21]; [22].

Энэ судалгааны ажлаар хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлсийн оронзайн болон оронзайн бус өгөгдлийг тэдгээрийн харилцан хамааралд тулгуурлан нэгтгэн үр дүн гаргах боломжтой оронзайн олон шалгуур анализын аргыг логик регрессын аргатай хослуулан усан гадаргыг тодорхойлох зорилт тавьсан болно.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Судалгааны талбай

Гадаргын усны бүртгэл тооллого хийх аргазүйн үнэмшилд газарзүйн хүчин зүйлс нөлөөлдөг. Иймээс эдгээр нөлөөллийг харьцуулан судлах зорилгоор Монгол орны хойд хэсгийн уулархаг хэсэг, хот суурин газар, газар тариалан, ойн сан бүхий газар зэргийг багтаасан байхаар судалгааны талбайг сонгосон болно. Газарзүйн хүчин зүйлсийг тооцсон ихэнх судалгаанууд нь томоохон голуудыг хамруулсан бол энэ судалгаагаар 9-эрэмбийн Сэлэнгэ мөрөн 1500 км урт, 8-р эрэмбийн Орхон гол 1149 км урт, 5-р эрэмбийн Хараа гол 319 км, 6-р эрэмбийн Зэлтэрийн гол 229 км, 4.36 км² талбайтай Цагаан нуур, 1.23 км² талбайтай давстай нуур зэргийг хамруулсан судалгааны талбайг сонгов.

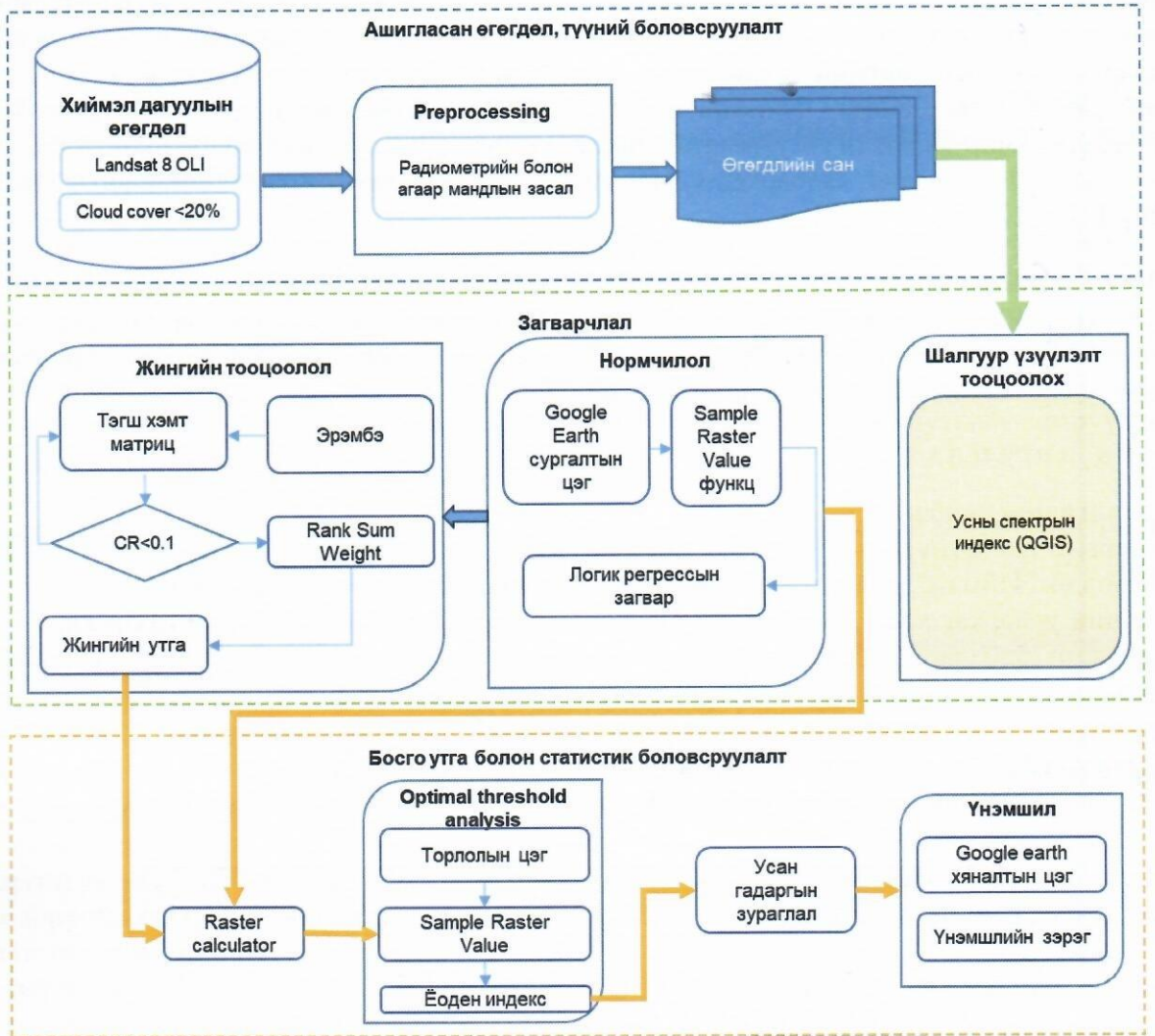


Зураг 1. Судалгааны талбай

Судалгааны аргазүй

Энэ судалгааны ажилд усны спектрийн индексүүдийг оронзайн олон шалгуур анализын аргаар нэгтгэсэн бөгөөд шалгуур үзүүлэлтийг стандартчилахдаа логик регрессын аргыг

ашигласан. Шалгуур үзүүлэлтийн жинг олохдоо мэдлэгт суурилсан менежментийн аргыг ашиглахаас гадна түүний логик регрессын анализын үр дүнгийн утгыг харгалзан эрэмбэлсэн болно.



Зураг 2. Судалгааны аргазүйн схем

Судалгаанд ашигласан өгөгдөл

Энэ судалгааны ажилд Landsat 8 OLI хиймэл дагуулын өгөгдлийг ашигласан (Хүснэгт-1). Тус өгөгдлийг АНУ-ийн Геологийн судалгааны хүрээлэнгийн өгөгдлийн сангаас татаж авсан (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Ландсат цуврал хиймэл дагуулын OLI сенсор нь 9 сувагтай, 1-8-р сувгийн мэдээ нь 30 м оронзайн шийдтэй, панхорматик зургийн суваг нь 15 м оронзайн шийдтэй байдаг. Цаг хугацааны шийд нь 16 хоног юм.

Хүснэгт 1. Өгөгдлийн суваг, оронзайн шийд

Хиймэл дагуул	Суваг	Оронзайн шийд	Спектрийн шийд
Landsat 8	B1	30 m	0.435-0.451 μm
	B2	30 m	0.452-0.512 μm
	B3	30 m	0.533-0.590 μm
	B4	30 m	0.636-0.673 μm
	B5	30 m	0.851-0.879 μm

	B6	30 m	1.566-1.651 μm
	B7	30 m	2.107-2.294 μm
	QA	30 m	

Landsat 8 OLI хиймэл дагуулын өгөгдөлд радиометрийн болон агаар мандлын засал хийхдээ QGIS програмын Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) дэд цэсийг ашигласан болно.

Сургах болон үнэмшлийн цэг сонголт

Логистик регрессын налууугийн болон тогтмол параметрийг олох, үр дүнгийн статистик үнэмшлийг тооцоолох зэрэгт Google Earth-ийн зургийг ашигласан болно. Судалгааны талбайг усан гадарга ба бусад газрын бүрхэвч гэсэн 2 үндсэн бүлэгт хуваагаад бүлэглэсэн түүврийн аргаар цэгүүдийг сонгосон.

Аргазүй

Өргөн ашиглаж буй NDWI, MNDWI, AWEI_{sh}, AWEI_{nsh}, ABWI зэрэг индексүүдийг шалгуур үзүүлэлтээр сонгосон. Усны спектрийн индексүүдийг Landsat 8 OLI хиймэл дагуулын сувгуудыг ашиглан тооцоолсон болно (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Усны спектрийн индекс

Author	Formula	
[23]	$NDWI = (\rho_{Green} - \rho_{NIR}) / (\rho_{Green} + \rho_{NIR})$	(1)
[24]	$MNDWI = (\rho_{Green} - \rho_{SWIR1}) / (\rho_{Green} + \rho_{SWIR1})$	(2)
	$AWEI_{nsh} = 4 * (\rho_{Green} - \rho_{SWIR1}) - (0.25 * \rho_{NIR} + 2.75 * \rho_{SWIR2})$	(3)
[25]	$AWEI_{sh} = \rho_{Blue} + 2.5 * \rho_{Green} - 1.5 * (\rho_{NIR} + \rho_{SWIR1}) - 0.25 * \rho_{SWIR2}$	(4)
[26]	$ABWI = \frac{(\rho_{Coastal} + \rho_{Blue} + \rho_{Green} + \rho_{Red}) - (\rho_{NIR} + \rho_{SWIR1} + \rho_{SWIR2})}{(\rho_{Coastal} + \rho_{Blue} + \rho_{Green} + \rho_{Red}) + (\rho_{NIR} + \rho_{SWIR1} + \rho_{SWIR2})}$	(5)

Логик регрессын загвар

Логик регрессын загвар нь газарзүйн төрөл бүрийн хүчин зүйлсийн утгыг магадлалын хэмжээст хөрвүүлдэг [27]. Иймээс ОЗОША-ын нормчлолын функц болгон ашиглах боломжтой юм. Тухайн хүчин зүйл нь дискрит эсвэл тасралтгүй эсэхээс үл хамааран логик регрессын загвараар нормчлох боломжтой байдаг давуу талтай юм. Тус загварын тэгшитгэл нь дараах хэлбэртэй бичигдэнэ.

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(b*x+a)}} \quad (6)$$

Энд; b бол налууугийн утга, x бол усны спектрийн индексийн утга, p бол норчилсон утга

Энэ судалгаанд 6 шалгуур үзүүлэлтийн өгөгдөл тус бүрээс QGIS software-ийн simple raster value функцээр тухайн сонгосон цэгүүдээр утгуудыг буулгасан бөгөөд энэ утгуудаар тухайн хүчин зүйлсийн a болон b регрессын тогтмолыг олсон.

Эрэмбэлэлт болон жингийн тооцоолол

Сонгосон судалгааны талбайн усан гадаргад уулын сүүдэр, хот суурин газар, ургамлан нөмрөг зэрэг шуугианы нөлөөллийн аль нь давамгайлж байгаагаас хамааруулан шалгуур үзүүлэлтийн харьцангуй чухал байдлыг тодорхойлсон. Усны спектрийн индексүүдийг эрэмбэлэхдээ логик регрессын загвараар регрессын тогтмол олох үед тооцоолсон эдгээр индексүүдийн статистик үнэмшлээр эрэмбэлэв. Эдгээр эрэмбийг тэгш хэмт матриц хэлбэрээр илэрхийлж, матрицын нийцлийг нийцлийн харьцааны итгэлцүүрээр (9) үнэлсэн.

$$CR = CI/RI \quad (7)$$

where: CI – нийцлийн харьцааны индекс; RI – магадлалын тоон утга; CR – нийцлийн харьцаа

Нийцлийн харьцааны индексийг дараах томъёогоор тооцдог бөгөөд энэ нь хувийн утга, хувийн вектор, матрицын эрэмбэ зэргээс хамаардаг.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (8)$$

where: CI – нийцлийн харьцааны индекс; λ_{max} – хувийн утгын хамгийн их утга.

Тус итгэлцүүрийн утга 0.1-ээс бага бол тус матрицыг ашиглан жингийн утгыг тооцоолно. Жингийн утгыг дараах томъёогоор тооцов.

$$W_{ij} = \frac{\sum X_{ij}}{n} \quad (9)$$

where: X_{ij} – матрицын нормчилсон утга; n – матрицын эрэмбэ; W_{ij} – жингийн утга

Босго утга болон статистик боловсруулалт

Жингийн утгыг харгалзах нормчилсон шалгуур үзүүлэлтээр үржүүлж, тэдгээрийн нийлбэрээр усан гадаргын зураглал гарсан.

$$\text{Усан гадаргын зураг} = \sum W_j * I_{ij} \quad (10)$$

Энэхүү зураглалын үр дүнгийн усан гадарга болон бусад гэж ангилахдаа оммиссын болон комиссын алдаа хамгийн бага байх босго утгыг тодорхойлохдоо Ёодены индекс ашигласан. Тус индексийн утга нь ROC муруйн огтолсон цэгүүд болон тэнхлэгийг тэгш хэмтэй хуваасан диагоналийн цэг хоорондын зайн хамгийн их утгатай тэнцүү байдаг [28].

$$J = \text{Max}_c(\text{Sensitivity}_c + \text{Specificity}_c - 1) \quad (11)$$

Олсон босго утгаар ангилсан усан гадаргын зураглалын үр дүнгийн статистик үнэмшлийг 12-р томъёог ашигласан үнэлэв. Энэ аргаар үнэмшлийг тодорхойлохдоо Google Earth-ээс сонгосон цэгүүдээр тэгш хэмт матриц байгуулсан.

$$OA = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (12)$$

ҮР ДҮН

Судалгааны талбай нь ойгоор хүрээлэгдсэн, голын хөндий нь мөн мод, бут ихтэй учир ургамлан нөмрөг болон уулзүйн нөлөөлөлтэй хэдий ч сонгосон индексүүд нь эдгээрийн нөлөөг бууруулах шаардлагатай. Иймд усны спектрийн индексүүдийг OA-ийн утгаар нь эрэмбэлсэн. NWI, AWEIsh, AWEInsh, ABWI индексүүдийн статистик үнэмшил ойролцоо учир тэнцүү ач холбогдолтой, NDWI бусад индексүүдтэй харьцуулахад ач холбогдлын түвшин бага байна (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Тэгш хэмт матриц

	AWEIsh	MNDWI	NWI	ABWI	AWEInsh	NDWI
AWEIsh	1	1	2	2	2	3
MNDWI	1	1	2	2	2	3
NWI	0.5	0.5	1	1	1	2
ABWI	0.5	0.5	1	1	1	2
AWEInsh	0.5	0.5	1	1	1	2
NDWI	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	1

QA-ийн эрэмбээр үүсгэсэн дээрх матрицыг ашиглан жингийн утгыг тооцох боломжтой эсэхийг нийцлийн харьцааны индекс тодорхойлдог. Нийцлийн харьцааны индексийн утга санамсаргүйн индекс=1.41, хувийн утгын хамгийн их утга = 8.005 үед 0.00051 буюу 0.1-ээс бага учир дээрх матрицыг ашиглан жингийн утгыг тооцоолох боломжтой юм.

Хүснэгт 4. Шалгуур үзүүлэлт тус бүрийн жингийн утга

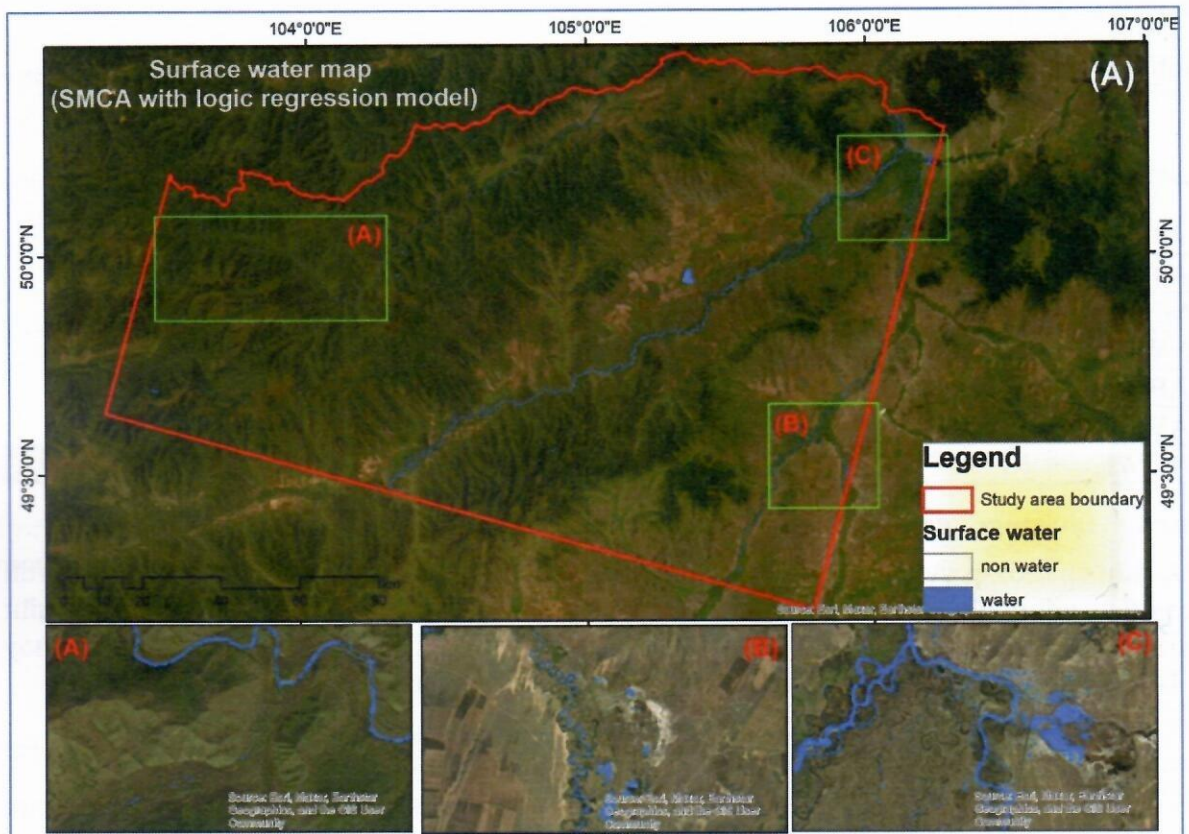
Criteria	Weight value
AWEIsh	0.27
MNDWI	0.23
NWI	0.13
ABWI	0.13
AWEInsh	0.13
NDWI	0.11

Дээрх жингийн утгыг 13-р томъёонд орлуулж дараах хэлбэртэй бичсэн болно.

$$SWM = AWEIsh * 0.27 + MNDWI * 0.23 + NWI * 0.13 + ABWI * 0.13 + AWEInsh * 0.13 + NDWI * 0.11 \quad (13)$$

Дээрх томъёоны хувьсагч нь логик регрессын аргаар нормчилсон шалгуур үзүүлэлтүүд буюу NWI, AWEIsh, AWEInsh, ABWI, MNDWI, NDWI зэрэг индексүүдийн нормчилсон утга юм.

Логик регрессийн аргаар стандартчилсан үр дүнг 13-р томъёог ашиглан тооцож оптимиум босго утгыг Ёодены индекс ашиглан тооцоолоход 0.68 бөгөөд энэ босго утгаар зурагласан үр дүнг зураг 3-т үзүүлэв. Үр дүнгийн статистик үнэмшил буюу ОА-ын утга 96.5% байна. Усны спектрийн индексүүдээр усан гадаргыг тооцсон үр дүнтэй оронзайн олон шалгуур анализын үр дүн нь барилгажсан газрын (B, C) нөлөөг бууруулж, Зураг-3-ийн (A) хэсэгт Азаргын голын цутгал 7-12 м өргөнтэй, 45 км урттай гол илэрч байгааг харж болно. Азаргын гол болон түүний цутгал гол нь өтгөн шигүү сөөг бүхий ой мод дундуур урсдаг. Өөрөөр хэлбэл 4-р эрэмбийн, ургамлан нөмрөгийн нөлөө ихтэй Азрагын голын усан гадаргыг зураглах боломжтой болохыг тус үр дүн харуулж байна.



Зураг 3. Логик регрессын арга бүхий оронзайн олон шалгуур анализын аргаар тооцоолсон усан гадарга

ДҮГНЭЛТ

Судлагдсан байдлаас үзэхэд голлон ашиглаж буй усны спектрийн индексээр усан гадаргыг тодорхойлоход байрзүй, ургамлан нөмрөг, ойн бүрхэвч, газар тариалан, хот суурин газар, цаг агаарын нөхцөл зэрэг хүчин зүйлстэй холбоотойгоор 10-20%-ийн алдаа үүсэж байна. Эдгээр индексүүдийн онцлог, давуу талыг нэмэгдүүлэх, сул талыг сулруулах замаар оронзайн хувьд нэгдсэн дүн шинжилгээ хийвэл илрүүлэх голын эрэмбэ нэмэгдэж, алдаа багасах боломжтой гэж таамагласан. Энэхүү таамаглалыг шалгах зорилгоор 4 буюу түүнээс дээш эрэмбийн голуудыг багтаасан, жижиг нуурууд бүхий ойн сан, шигүү ургамлан нөмрөгтэй, газар ашиглалтын бүх хэв шинжийг багтаасан судалгааны талбайг сонгосон.

NDWI, MNDWI, AWEIsh, AWEInsh, ABWI, NWI зэрэг 6 усны спектрийн индексийг оронзайн олон шалгуур анализын арга болон логик регрессын аргыг хослуулсан аргаар нэгдсэн дүн шинжилгээ хийлээ. Тус судалгаагаар статистик үнэмшил 45-1500 км урттай жижиг болон дунд эрэмбийн голууд болон жижиг нууруудын хувьд 98.4% гарч байгаа нь дээрх таамаглалыг баталгаажуулсан болно. Иймээс Landsat 8 OLI хиймэл дагуулын мэдээгээр усны спектрийн индексүүдийг тооцон, оронзайн олон шалгуур анализын аргаар өргөн уудам газар нутгийг хамруулан, богино хугацааны буюу 16 хоногийн давтамжтай усан гадаргын өөрчлөлтийг 4-р эрэмбээс дээш голууд болон 0.5 км²-аас дээш талбайтай нууруудын хувьд зураглах боломжтой юм. Энэхүү судалгааг цаашид цаг агаарын ялгаатай үеүдэд гүйцэтгэж оронзай цаг хугацааны динамикийг илүү өргөн уудам газар нутгийн хамруулан гүйцэтгэх шаардлагатай.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] H.-O. Portner et al., "Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change," Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022.
- [2] S. C. J. Palmer, T. Kutser, and P. D. Hunter, "Remote sensing of inland waters: Challenges, progress and future directions," *Remote Sensing of Environment*, vol. 157, pp. 1–8, Feb. 2015, doi: 10.1016/j.rse.2014.09.021.
- [3] K. Herndon, R. Muench, E. Cherrington, and R. Griffin, "An Assessment of Surface Water Detection Methods for Water Resource Management in the Nigerien Sahel," *Sensors*, vol. 20, no. 2, p. 431, Jan. 2020, doi: 10.3390/s20020431.
- [4] C. Huang, Y. Chen, S. Zhang, and J. Wu, "Detecting, Extracting, and Monitoring Surface Water From Space Using Optical Sensors: A Review," *Rev. Geophys.*, vol. 56, no. 2, pp. 333–360, Jun. 2018, doi: 10.1029/2018RG000598.
- [5] W. Li et al., "A new method for surface water extraction using multi-temporal Landsat 8 images based on maximum entropy model," *European Journal of Remote Sensing*, vol. 55, no. 1, pp. 303–312, Dec. 2022, doi: 10.1080/22797254.2022.2062054.
- [6] Y. Luo et al., "New deep learning method for efficient extraction of small water from remote sensing images," *PLoS ONE*, vol. 17, no. 8, p. e0272317, Aug. 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0272317.
- [7] B. Dang and Y. Li, "MSResNet: Multiscale Residual Network via Self-Supervised Learning for Water-Body Detection in Remote Sensing Imagery," *Remote Sensing*, vol. 13, no. 16, p. 3122, Aug. 2021, doi: 10.3390/rs13163122.
- [8] W. Li et al., "Urban Water Extraction with UAV High-Resolution Remote Sensing Data Based on an Improved U-Net Model," *Remote Sensing*, vol. 13, no. 16, p. 3165, Aug. 2021, doi: 10.3390/rs13163165.
- [9] G. Wang, M. Wu, X. Wei, and H. Song, "Water Identification from High-Resolution Remote Sensing Images Based on Multidimensional Densely Connected Convolutional Neural Networks," *Remote Sensing*, vol. 12, no. 5, p. 795, Mar. 2020, doi: 10.3390/rs12050795.
- [10] Y. Chen, L. Tang, Z. Kan, M. Bilal, and Q. Li, "A novel water body extraction neural network (WBE-NN) for optical high-resolution multispectral imagery," *Journal of Hydrology*, vol. 588, p. 125092, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.jhydrol.2020.125092.
- [11] L. Yang, J. Driscoll, S. Sarigai, Q. Wu, C. D. Lippitt, and M. Morgan, "Towards Synoptic Water Monitoring Systems: A Review of AI Methods for Automating Water Body Detection and Water Quality Monitoring Using Remote Sensing," *Sensors*, vol. 22, no. 6, p. 2416, Mar. 2022, doi: 10.3390/s22062416.

- [12] K. Li, J. Wang, W. Cheng, Y. Wang, Y. Zhou, and O. Altansukh, "Deep learning empowers the Google Earth Engine for automated water extraction in the Lake Baikal Basin," *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 112, p. 102928, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.jag.2022.102928.
- [13] S. K. McFEETERS, "The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features," *International Journal of Remote Sensing*, vol. 17, no. 7, pp. 1425–1432, May 1996, doi: 10.1080/01431169608948714.
- [14] J. Worden, K. M. de Beurs, J. Koch, and B. C. Owsley, "Application of Spectral Index-Based Logistic Regression to Detect Inland Water in the South Caucasus," *Remote Sensing*, vol. 13, no. 24, p. 5099, Dec. 2021, doi: 10.3390/rs13245099.
- [15] T. Bangira, S. M. Alfieri, M. Menenti, and A. Van Niekerk, "Comparing Thresholding with Machine Learning Classifiers for Mapping Complex Water," *Remote Sensing*, vol. 11, no. 11, p. 1351, Jun. 2019, doi: 10.3390/rs11111351.
- [16] Z. Wen, C. Zhang, G. Shao, S. Wu, and P. M. Atkinson, "Ensembles of multiple spectral water indices for improving surface water classification," *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 96, p. 102278, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.jag.2020.102278.
- [17] H. Xu, "Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery," *International Journal of Remote Sensing*, vol. 27, no. 14, pp. 3025–3033, Jul. 2006, doi: 10.1080/01431160600589179.
- [18] G. L. Feyisa, H. Meilby, R. Fensholt, and S. R. Proud, "Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery," *Remote Sensing of Environment*, vol. 140, pp. 23–35, Jan. 2014, doi: 10.1016/j.rse.2013.08.029.
- [19] M. G. Tulbure, M. Broich, S. V. Stehman, and A. Kommareddy, "Surface water extent dynamics from three decades of seasonally continuous Landsat time series at subcontinental scale in a semi-arid region," *Remote Sensing of Environment*, vol. 178, pp. 142–157, Jun. 2016, doi: 10.1016/j.rse.2016.02.034.
- [20] A. Alamanos, N. Mylopoulos, A. Loukas, and D. Gaitanaros, "An Integrated Multicriteria Analysis Tool for Evaluating Water Resource Management Strategies," *Water*, vol. 10, no. 12, p. 1795, Dec. 2018, doi: 10.3390/w10121795.
- [21] A. M. S. Pradhan and Y. T. Kim, "Evaluation of a combined spatial multi-criteria evaluation model and deterministic model for landslide susceptibility mapping," *CATENA*, vol. 140, pp. 125–139, May 2016, doi: 10.1016/j.catena.2016.01.022.
- [22] J. Kim, "Spatial Multicriteria Decision Analysis: A Powerful Tool for Participatory Decision-Making in Community-based Tourism Research," *Journal of Smart Tourism*, vol. 1, no. 4, pp. 3–7, Dec. 2021, doi: 10.52255/SMARTTOURISM.2021.1.4.2.
- [23] S. K. McFEETERS, "The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features," *International Journal of Remote Sensing*, vol. 17, no. 7, pp. 1425–1432, May 1996, doi: 10.1080/01431169608948714.
- [24] H. Xu, "Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery," *International Journal of Remote Sensing*, vol. 27, no. 14, pp. 3025–3033, Jul. 2006, doi: 10.1080/01431160600589179.
- [25] G. L. Feyisa, H. Meilby, R. Fensholt, and S. R. Proud, "Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery," *Remote Sensing of Environment*, vol. 140, pp. 23–35, Jan. 2014, doi: 10.1016/j.rse.2013.08.029.
- [26] L. Xiong et al., "Subpixel Surface Water Extraction (SSWE) Using Landsat 8 OLI Data," *Water*, vol. 10, no. 5, p. 653, May 2018, doi: 10.3390/w10050653.
- [27] J. Worden and K. M. de Beurs, "Surface water detection in the Caucasus," *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 91, p. 102159, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.jag.2020.102159.

- [28] O. Gerke and A. Zapf, "Convergence Behavior of Optimal Cut-Off Points Derived from Receiver Operating Characteristics Curve Analysis: A Simulation Study," *Mathematics*, vol. 10, no. 22, p. 4206, Nov. 2022, doi: 10.3390/math10224206.
- [29] T. Acharya, D. Lee, I. Yang, and J. Lee, "Identification of Water Bodies in a Landsat 8 OLI Image Using a J48 Decision Tree," *Sensors*, vol. 16, no. 7, p. 1075, Jul. 2016, doi: 10.3390/s16071075.
- [30] H. Jiang, M. Feng, Y. Zhu, N. Lu, J. Huang, and T. Xiao, "An Automated Method for Extracting Rivers and Lakes from Landsat Imagery," *Remote Sensing*, vol. 6, no. 6, pp. 5067–5089, May 2014, doi: 10.3390/rs6065067.
- [31] H. Gao, L. Wang, L. Jing, and J. Xu, "An effective modified water extraction method for Landsat-8 OLI imagery of mountainous plateau regions," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 34, p. 012010, Apr. 2016, doi: 10.1088/1755-1315/34/1/012010.
- [32] H. Xie, X. Luo, X. Xu, H. Pan, and X. Tong, "Evaluation of Landsat 8 OLI imagery for unsupervised inland water extraction," *International Journal of Remote Sensing*, vol. 37, no. 8, pp. 1826–1844, Apr. 2016, doi: 10.1080/01431161.2016.1168948.
- [33] G. Kaplan and U. Avdan, "Object-based water body extraction model using Sentinel-2 satellite imagery," *European Journal of Remote Sensing*, vol. 50, no. 1, pp. 137–143, Jan. 2017, doi: 10.1080/22797254.2017.1297540.
- [34] Q. Guo, R. Pu, J. Li, and J. Cheng, "A weighted normalized difference water index for water extraction using Landsat imagery," *International Journal of Remote Sensing*, vol. 38, no. 19, pp. 5430–5445, Oct. 2017, doi: 10.1080/01431161.2017.1341667.
- [35] T. Acharya, A. Subedi, and D. Lee, "Evaluation of Water Indices for Surface Water Extraction in a Landsat 8 Scene of Nepal," *Sensors*, vol. 18, no. 8, p. 2580, Aug. 2018, doi: 10.3390/s18082580.
- [36] L. Xiong et al., "Subpixel Surface Water Extraction (SSWE) Using Landsat 8 OLI Data," *Water*, vol. 10, no. 5, p. 653, May 2018, doi: 10.3390/w10050653.
- [37] J. P. Mondejar and A. F. Tongco, "Near infrared band of Landsat 8 as water index: a case study around Cordova and Lapu-Lapu City, Cebu, Philippines," *Sustain Environ Res*, vol. 29, no. 1, p. 16, Dec. 2019, doi: 10.1186/s42834-019-0016-5.
- [38] H. W. Khalid, R. M. Z. Khalil, and M. A. Qureshi, "Evaluating spectral indices for water bodies extraction in western Tibetan Plateau," *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, vol. 24, no. 3, pp. 619–634, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.ejrs.2021.09.003.

ГОВЬ-АЛТАЙ АЙМГИЙН ХӨХМОРЬТ СУМЫН ХӨЛИЙН УСНЫ ЗАДГАЙ БУЛГИЙГ АШИГЛАН ХӨВ, ЦӨӨРӨМ БАЙГУУЛАХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

Э.Пүрэв-Эрдэнэ* , Б.Мөнхтөр* , Х.Бадарч*

*ШУА, Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэн, УНУАС
Имэйл: e.purewerdene0203@gmail.com*

ХУРААНГУЙ

Монгол орны өмнөд хэсгийн нутаг дэвсгэрийн уур амьсгалын байдал нь зундаа хэт их халалттай , өвөлдөө хахир болон хахирдуу мужид хамаарагддаг. Тус бүсийн өмнөд нутгаар зун дулаан , гандуу уур амьсгал ноёлох хүчин зүйл болж байна. Үүнийгээ дагаад цөлжилт маш эрчимтэй явагдаж байгаа бөгөөд тэгш хавтгай салхи ихээр зонхилдог газар тул салхины нөлөөгөөр элсний нүүдэл маш эрчимтэй явагддаг. Говь-Алтай аймгийн Хөхморьт сумын хөлийн усны задгай булгийг түшиглэн цөөрөм үүсгэх явдал нь элсний нүүдэл хийгээд бусад экосистемд эерэг нөлөө үзүүлнэ. Цөөрөм гэдэг нь байнгын урсгал ус ба хур бороо цасны усны түрэлт болон урсцыг тохируулах, усыг хуримтлуулах зорилгоор энгийн ба инженерийн аргаар ухлаганд байгуулсан, эсвэл байгалийн тогтцоор өөрөө үүсэж бий болсон 1 га хүртэл хэмжээний усан тогтоол усыг хэлнэ. Хөв гэдэг нь хур борооны болон цасны хайлсан ус түр урсдаг хуурай сайр, гуу жалгыг, мөн тасарч ширгэдэг жижиг гол, горхины гольдролыг хааж барьсан шороон боомт, ус хуримтлуулах сан, ус гаргуур, илүүдэл ус хаяур зэргээс бүрдэх усны барилга байгууламжийг хэлнэ.

Түлхүүр үг: урсац, хангамшил, ус хуримтлуулах, голдирол

ОРШИЛ

Говь-Алтай аймгийн Хөхморьт сумын Хөлийн усны булаг нь сумын төвөөс баруун урд зүгт 4.3 км-т Зангийн дэрсний хойно оршино. Хөлийн усны булаг нь байнгын ундаргатай бөгөөд 700-800 м орчим урсаад элсэнд шургадаг. Булгийн эхийг 2021 онд хашаалж хамгаалсан байна. Хөлийн усны булаг нь гол ундаргаас гадна өөр 4 ундаргатай ба хашаан дотор гол ундаргын баруун талд, хашааны зүүн хойно нэг, чанх хойно нэг, баруун хойно нь мөн ундаргатай. Гэхдээ эдгээр ундаргууд нь хавар цас хайлсны дараагаас бага зэрэг гарч багассаар байгаад 6-р сарын эхэн орчим шургадаг байна. Зарим жил 9-р сарын үед мөн ундаргатай байдаг. Хашаанд байгаа хоёр ундарга бол байнгын ундарч байдаг. Булгийн усны үндсэн тэжээл нь газрын доорх ус юм. Өвлийн улиралд хальж, тошиж эхэн хэсэгтээ голдирол, татамдаа дүүрч хөлддөг. 3-р сарын 20-ны орчим мөс хайлж эхэлдэг ба мөс хайлж дуусах хүртэл доошоо 2 км гаруй урсаад шургадаг. Энэ үед мөсний хэмжээ урт нь 150 м орчим, өргөн нь 15-37 м, хадруу түрж шахаж хөлдсөн хэсэгт өргөн 37 м, мөсний зузаан 12-р сарын 26 нд 1.2 м байсан бол 2020 оны 1-р сарын 14 нд 40 см -ээр нэмэгдсэн байжээ. Хээрийн хайгуул судалгаа хийж байх үед 2023 оны 5-р сарын 20 нд булгийн ундаргыг тооцоот хөндлүүрээр хэмжихэд өргөн 30 см, гүн 1 см, 1.1 л/с ундаргатай, харин тооцоот хөндлүүрээс доош баруун талын ундарга нийлсний дараа хэмжихэд өргөн 30 см, гүн 1.5 см, 2.0 л/с байв. Ёроолын хурдас элсэрхэг, эрэг татам хад, чулуутай, хальж тошиж хөлдсөн мөсний мөрөөр хужир мараатай байлаа. Нутгийн иргэдээс аман судалгаа авахад Хөв төлөвлөж буй тооцоот хөндлүүрийн орчмоор байнгын урсаж байдаг, дулааны улиралд ерөнхийдөө ундарга тогтмол одоо

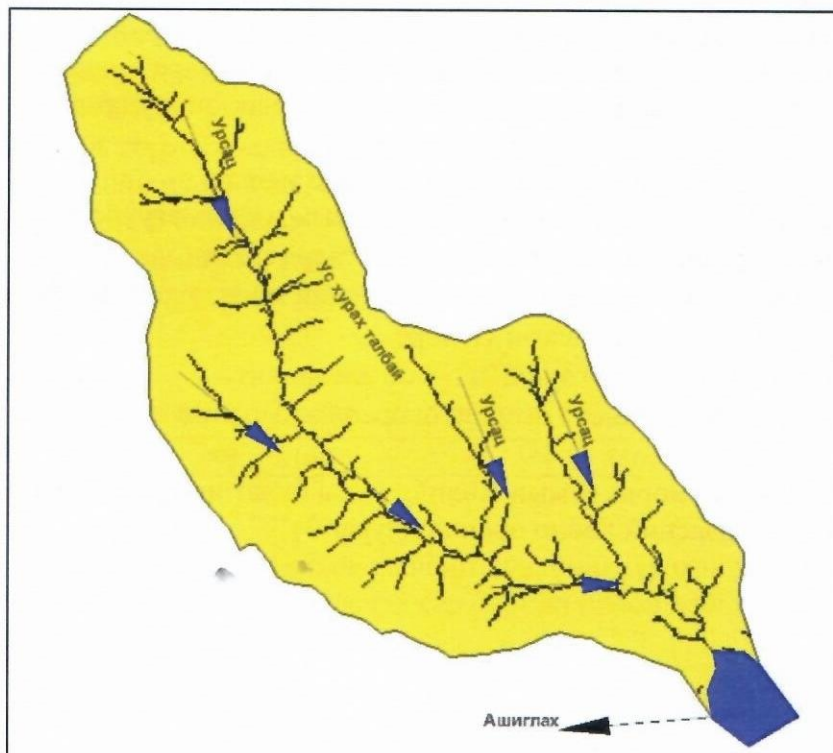
байгаа урсацтай ойролцоо байдаг, хур бороо элбэгтэй жилүүдэд нэмэгддэг байна. Иймд Хөлийн усны булгийн ундаргыг ойролцоогоор 1.0 л/с гэж үзэж, булгийн эхнээс 100 орчим метрт сонгосон хөндлүүрээр ус хуримтлуулж Хөв байгуулах боломжтой гэж үзлээ. Булгийн бусад жижиг ундаргыг малын хөлөөс хамгаалах, одоо байгаа хашаа руу мал оруулахгүй байх нь булгийн ундаргыг хэвийн хэмжээнд байлгах ач холбогдолтой. Энэ булгийн орчмоор зуны улиралд мал ихтэй байдаг, намар орой зэрлэг ан амьтан ундаалдаг байна.



Зураг 1. Хөлийн усны булгийн хашаалсан байдал

Хөв цөөрөм байгуулах боломж, арга зам

Усны нөөц багатай, хуурай уур амьсгалтай Говь, Хээрийн бүсэд усны баг нөөцийг зохистой ашиглах аргуудын нэг нь усан сан, цөөрөм байгуулж усыг цаг хугацааны тохируулгатай ашиглаж хэрэгцээгээ хангах нь байгаль орчныг сэргээх ажил мөн (зураг 2).



Зураг 2. Ус хуримтлуулах ажлын үндсэн зарчим

Ус хуримтлуулах аргууд: Нэг талаас ус ашиглалтын хэрэгцээ, нөгөө талаас ус хурах талбайг тодорхойлох түүнээс хэчнээн хэмжээний урсац бүрдэх болон ус хурах арга технологийг шийдвэрлэх, улмаар нөөцөлсөн усаа зохистой ашиглах нийлмэл олон ажлын бүрдэл юм. Ус хурах талбай гэдэг нь байгалийн усны хагалбараар хязгаарлагдсан, голын эхээс түүний адаг хүртэлх бүх нутаг дэвсгэрийг хэлнэ. Ус хуримтлуулах ажлыг усны эх үүсвэрийн нөхцөлөөр нь үндсэн гурван аргад хувааж үздэг. Үүнд:

1. Гадаргын усны нөөцийг тухайлбал том, жижиг голуудын урсцыг орон зай, цаг хугацааны хүчин зүйлийг тооцон олон жил, жил, улирал, сарын тохируулгатай тодорхой эзлэхүүнтэй хиймэл нуур, усан сан, цөөрөм, хүнхээл байгуулан хуримтлуулан ашиглах
2. Гадаргын усны нөөцгүй хуурай бүс нутагт бороо, /үер/ цасны усыг хуримтлуулан цөөрөм байгуулж, байгаль орчны доройтлыг нөхөн сэргээж, мал сүргийн усан хангамжийг шийдвэрлэх
3. Ус хурах талбай зохион байгуулах замаар бороо хурын урсцыг төвлөрүүлэн хөрсөнд шингээж, нутгийн бутлаг ургамлын ургацыг дэмжих

Дээрх аргуудаас Монгол улсад аж ахуйн практикт голчлон 1-р аргыг хэрэглэж 3,6-12 сая шоо метр багтаамжтай усан сан байгуулж ашиглаж байгаагаас гадна 3000-100000 шоо метр эзлэхүүнтэй цөөрөм, хүнхээл байгуулж, ус нөөцлөн төмс, хүнсний ногоо тариалж, тэр талбайгаа тойруулан ойн зурвас, баян бүрд байгуулж байсан туршлага бий.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Судалгааны объект, одоогийн байдал

Судалгааны талбай нь Монгол орны баруун хязгаар Монгол-Алтайн нурууны сав газар хангай говь хосолсон завсрын бүсэд оршино. Судалгааны талбай нь элэгдэл хуримтлалын гадаргуу дээр байрлана. Уг талбайд эрчимтэй хөгжсөн физик-геологийн үзэгдэл үйл явц ажиглагдаагүй ба талбайн угаагдал баруун хойноос зүүн урагш чиглэлтэй явагдана. Судалгааны талбайд өнгөн хөрс 0.2 метрийн зузаантай тархаж доороос нь орчин үеийн дөрөвдөгчийн настай пролювийн гарал үүсэлтэй, хайргархаг элсэн ул хөрс 0.5-0.6 метрийн зузаантай тархаж доороос нь тунамал гарал үүсэлтэй өгөршилд орсон алевролит илэрч доошлох тусам ихэснэ.

Хээрийн судалгааны явцад авсан ул хөрсний дээжээс үзэхэд:

- Өнгөн хөрс нь бор хүрэн өнгийн ургамлын үндэс агуулсан өнгөн хөрс нь судалгааны талбайд 0.1 метрийн зузаантайгаар тархсан.
- Орчин үеийн дөрөвдөгчийн настай пролювийн гарал үүсэлтэй, бага чийгтэй бор саарал өнгийн хайргархаг элсэн ул хөрс
- Тунамал гарал үүсэлтэй өгөршилд орсон алевролит
- Тунамал гарал үүсэлтэй сул өгөршилд орсон алевролит тархсан.

Говь-Алтай аймгийн Хөхморьт сумын Хөлийн усны булаг нь сумын төвөөс баруун урд зүгт 4.3 км-т Зангийн дэрсний хойно оршино (зураг 3).



Зураг 3. Булгийн байршил /1:100000 /

Ууршицын тооцоо

Салхины хурд, дулааны улирлын хоногийн дундаж агаарын дутагдал чийгийн нийлбэр болон усны ууршлын өндрийн хамаарал, орон зайн тархацтай уялдуулан манай орны нутаг дэвсгэрийг усны уурших нөхцөлөөр 9 мужид хуваадаг.

Хөхморьт сумын хувьд Их нууруудын хотгор, Алтай нурууны өврийн мужид хамаарна. Энэ мужид салхины дунджилсан хурд 2.2 м/с байхад дутагдал чийгийн хэмжээ бусад мужийнхаас их 1472 гПа, ууршил 870 мм байна. Энэ мужид хөрсний гадарга жилд дунджаар 2.0- 7.2 0С хүртэл хална. Харьцангуй бага салхитай учир ууршилд дутагдал чийгийн нөлөө хамгийн их 64 хувь, салхины нөлөө 36 хувь байна [1].

Хөлийн усны булаг дээр бий болох усан сангийн ууршицыг Тайширын усан цахилгаан станцтай нэг мужид хамаарах учир төсөөтэй гэж үзэн Тайширын усан цахилгаан станцын усан сангийн сар бүрийн ууршицын хэмжээгээр тооцож үзүүллээ (хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Сар бүрийн ууршицын мэдээ

5-р сар	6-р сар	7-р сар	8-р сар	9-р сар	Нийт,мм
89	162	154	169	116	690

Хөлийн усны булаг дээр бий болох хөв тооцоот түвшинд хүрэхэд усан гадаргын талбай 1609,0 м² байна. Энэ талбай дээр үндэслэн сар бүрийн болон жилд усан сангийн (усны гадаргын) ууршицыг тооцов (хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Сар бүрийн ууршицын мэдээ

Сар	V	VI	VII	VIII	IX	Жилд, мм
Ууршиц, мм	89	162	154	169	116	690
Уурших усны хэмжээ, м ³	213,6	388,8	369,6	405,6	278,4	1656

Иймд хөвийн усан гадаргын талбайгаас уурших ууршил нь 690 мм/жил орчим гэж үзэж болохоор байна. Хөлийн усны булаг дээр төлөвлөсөн хөвийн усан санг тооцоот түвшинд хүрсэн нөхцөлд усан сангийн балансыг нарийвчлан тооцох боломжтой. Усны ууршилтад тухайн бүс нутгийн орчны агаарын температур, усны температур, хөрсний температур, салхины хурд, харьцангуй болон үнэмлэхүй чийгшил, нарны гийгүүлэх хугацаа, хур тунадас зэрэг уур амьсгалын хүчин зүйлүүд нөлөөлдөг учраас эдгээрийг нарийвчлан судлах шаардлагатай.

Ус зүйн тооцоо

Судалгаагүй жижиг гол, хуурай сайрын сав газрын хур борооны үерийн хамгийн их урсацыг хэд хэдэн аргаар тооцож болно. Эдгээрийн дотроос манай орны нөхцөлд тохирсон хур борооны хязгаарын эрчимшилийн аргаар уг сайрын ус хурах талбайд тохиох хур борооны хамгийн их урсцыг тодорхойлов. Энэ аргад тулгуурлан 200 км²-аас бага ус хурах талбайтай жижиг гол, хуурай сайрын хур борооны хамгийн их өнгөрөлтийг дараах томъёогоор тооцно.

$$Q_{1\%} = q_{1\%} \cdot \varphi \cdot H_{1\%} \cdot \sigma \cdot \lambda_{1\%} \cdot F \quad /1/$$

Үүнд:

$Q_{1\%}$ - 1%-ийн хангамшилтай өнгөрөлт

$q_{1\%}$ - 1%-ийн хангамшилтай их урсацын модуль, л/с км²

φ - Урсацын итгэлцүүр

$H_{1\%}$ - 1%-ийн хангамшилтай хоногийн хамгийн их тунадас, мм

σ - нууржилт, ойжилт, намагжилтыг итгэлцүүр

$\lambda_{1\%}$ - 1%-ийн хангамшилаас бусад хангамшилд шилжүүлэх итгэлцүүр

F - ус хурах талбай, км²

Урсацын хамгийн модулийг / $q_{1\%}$ / тодорхойлоход шаардагдах голдирлын хэлбэрзүйн / Φ_r / болон ай савын хажуу бэлээр ус урсах хугацааг / t_{x6} / дараах томъёогоор тооцно.

$$\Phi_r = 1000L / K_r J_r F^{\frac{1}{4}} (\varphi H_{1\%})^{1/4} \quad /2/$$

Үүнд:

L - тухайн чиглэл хүртэлх үндсэн гол, сайрын урт, км

K_r - голын голдиролын, татмын адраашлын итгэлцүүр

J_r - гол ба сайрын дундаж хэвгий, ‰

Ус хурах талбайн хажуу бэлээр ус урсах хугацааг / t_{x6} / тодорхойлоход шаардагдах хажуу бэлийн хэлбэр зүйн тодорхойлолтыг / Φ_{x6} / доорх томъёогоор тооцно.

$$\Phi_{x6} = (1000I)^{\frac{1}{2}} / n_{x6} J_{бэл}^{\frac{1}{4}} (\varphi H_{1\%})^{1/2} \quad /3/$$

$$I = F / 1.8 (\sum I + L) \quad /4/$$

Үүнд:

I - ус хурах талбайн хажуу бэлийн дундаж урт, км

n_{x6} - хажуу бэлийн адраашлын итгэлцүүр

$J_{бэл}$ - сав газрын дундаж хэвгий

$\sum I$ - сайруудын нийлбэр урт

Үерийн урсацын итгэлцүүрийг дараах томъёогоор тооцно.

$$\varphi = C_2 \varphi_0 / (F + 1)^{n_6} (J_6 / 50)^{n_5} \quad /5/$$

Үүнд:

C_2 – хөрсний бүтцээс хамаарах итгэлцүүр

$\varphi_0 - F=10 \text{ км}^2, J_6 = 50$ байх үеийн урсацын итгэлцүүр

n_6 – хөрсний бүтцээс хамаарах итгэлцүүр

n_5 – уур амьсгалаас хамаарах итгэлцүүр

Энэ аргаар их урсцыг тооцоход хоногийн их тунадасны статистик тооцоог хийх шаардлагатай байдаг. Барилга байгууламжийн тооцоонд хэрэглэж байгаа / "Барилгад хэрэглэх уур амьсгал ба геофизикийн үзүүлэлтүүд" УЦУХ 1994 он / дурдсанаар хоногийн хамгийн их тунадасны 1%-ийн хангамшил бүхий хэмжээг энэ бүсэд 104 мм гэж тодорхойлсноор цаашдын тооцоонд ашиглав. Иймд их урсцын тооцоог хийхдээ нэг хувийн хангамшилтай хоногийн их тунадсыг 104 мм –ээр тооцлоо. Дээрх томъёогоор их урсцын хэмжээг тооцоход шаардагдах гидрографын үзүүлэлтүүдийг 1:100 000 хураангуйлалтай байр зүйн зураг ашиглан тодорхойлж, уур амьсгал, хөрс ургамал, голын голдирол ба татмын байдал зэргээс хамаарах илтгэлцүүрүүдийн хэмжээ болон сайруудын хур борооны үерийн их урсцын хэмжээг тооцож доорх хүснэгтэд харуулсан болно (хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Нэг хувийн хангамшилтай хамгийн их урсцын тодорхойлолт

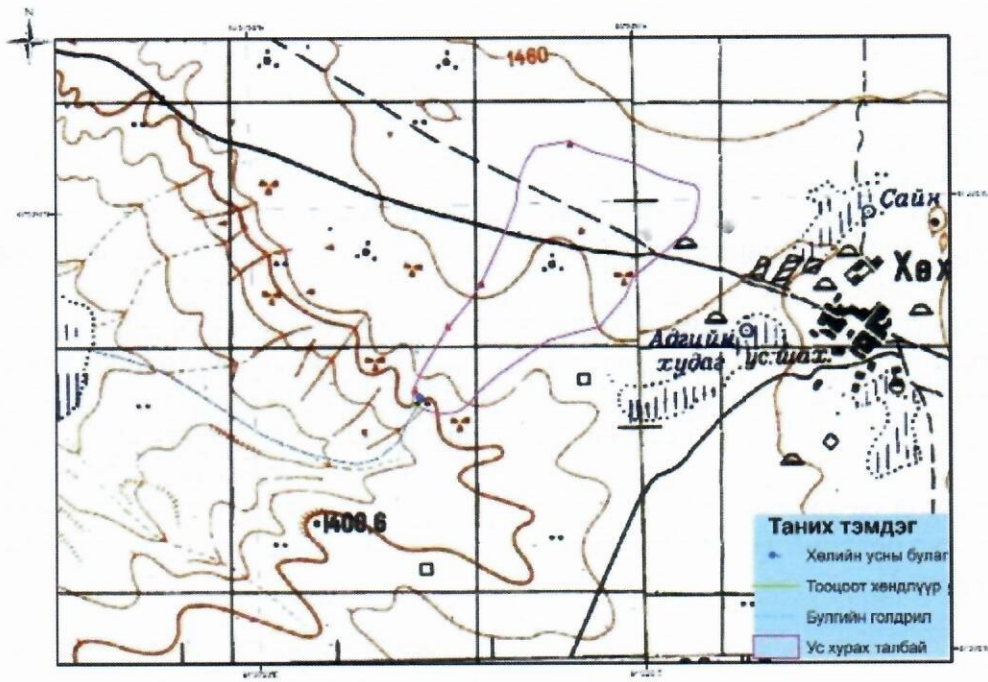
Д/д	Үзүүлэлтүүд	тооцоот
1	F, км ²	2.35
2	L, км	0.95
3	H _{1%} , мм	104
4	n _{хб}	0.30
5	J, ‰	21
6	K	0.14
7	φ	0.10
8	Фхб	16.5
9	Фг	28.0
10	T _{хб мин}	200
11	q _{1%} , л/с, км ²	0.065
12	Q _{1%} м ³ /с	1.85

ҮР ДҮН

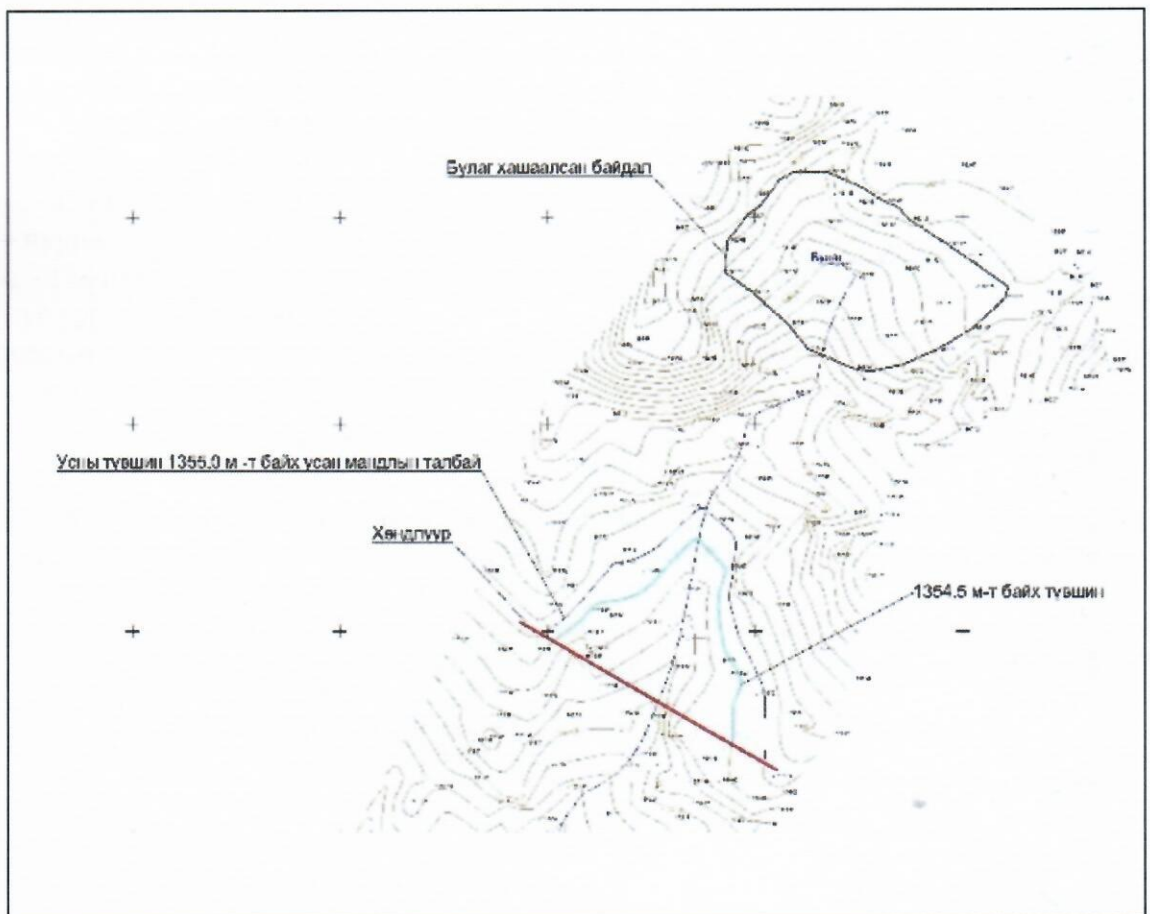
Дээрх аргаар тооцсон янз бүрийн хангамшил бүхий хамгийн их өнгөрөлтийн хэмжээг доорх хүснэгтэд үзүүлэв (хүснэгт 4).

Хүснэгт 4. Янз бүрийн хангамшил бүхий хамгийн их урсац, м³/с

Хөлийн усны булаг	Хангамшил, %				
	0.1%	1%	2%	5%	10%
	2.89	1.85	1.63	1.20	1.07



Зураг 4. Хөлийн усны булгийн тооцоот хөндлүүрийн байршил /1:100000/



Зураг 5. Усан сан үүсгэх боломжит хувилбарын зураг

Усан нь усны ундаргаас доош 100 м орчимын зайд төлөвлөж болох бөгөөд түүнд 1355,0 м-т усны түвшин байхад дээрх зурагт харуулсан шиг усан мандлын талбайтай байх бөгөөд үүнд 1609.46 м² усан сангийн талбайтай 2.5 м –ийн гүнтэй, 3.0-3.5 мян м³ усан сан үүснэ (Зураг 4,5).

ДУГНЭЛТ

Усыг хуримтлуулж ашиглах туршлага гадаадын олон оронд байдаг ба манай Монгол орны хувьд хөв, цөөрөм барьж байгуулж ирсэн түүх багагүй байдаг. Дэлхийн цаг агаарын өөрчлөлт, дулаарлын нөлөөгөөр ширгэж алга болж байгаа гол горхио нөхөн сэргээх талаар эрчимтэй арга хэмжээг авах шаардлага гарч байгаа билээ. Сүүлийн 15-20 жилийн хугацаанд хүний болон байгалийн нөлөөгөөр урсац нь багсаж зарим нь бараг ширгэж байгаа гол горхи, нуур цөөрөм Монголд олон байгаа. Хөлийн усны булгийн сонгож авсан хөндлүүрт усан сан үүсгэснээр эргэн тойрны экосистемд эергээр нөлөөлөх мөн түүнчлэн усан санд түшгэлсэн мод үржүүлгийн газар болон цөлжилтийг бууруулах зорилгоор хөлийн усны булгийн урсгал дагуу мод тарьж түүний усалгааг усан санд хуримтлуулсан усан сангаас хангаж болно.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1]. Л.Жанчивдорж. Бороо үерийн усыг хураах, ашиглах практикийн зарим асуудал. УБ, 2008 он
- [2]. Даваа Г. “Монгол орны гадаргын усны горим, нөөц ” Улаанбаатар, 2015 он
- [3]. Цэнгэл Т., Даваа Г. Ус хэмжихүй ухаан. Улаанбаатар, 2010 он
- [4]. Барилгын норм ба дүрэм, Барилгад хэрэглэх уур амьсгалын ба геофизикийн үзүүлэлтүүд (БНБД 2.01.01-93) 1994 он
- [5]. Барилгын норм ба дүрэм Ус зүйн тодорхойлолтуудыг тооцоолох норм ба дүрэм (БНБД 2.01.14-86)
- [6]. В.А. Большаков Сборник задач по гидравлике. 1975г
- [7]. Гидравлический расчёт малых мостов и речных русел. 1967г

БНХАУ-ЫН ЧЭНДУ ХОТОД ЗОХИОГДСОН “ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ БА АЮУЛГҮЙ ДЭЛХИЙ” СЭДЭВТ ОЛОН УЛСЫН 14-Р УУЛЗАЛТ, СЕМИНАРТ ОРОЛЦСОН ТУХАЙ ТЭМДЭГЛЭЛ

А.Эрдэнэцэцэг

ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

“Эн Си Си Эс” ХХК

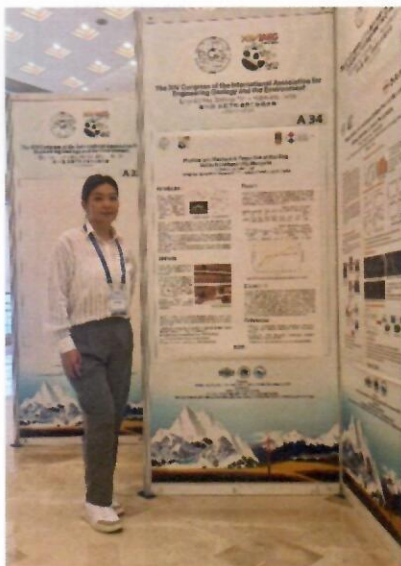
И-мэйл: erkaa5001@gmail.com

Олон улсын инженер геологи, хүрээлэн буй орчны холбоо нь анх 1964 онд байгуулагдсан ба түүнээс хойш Олон Улсын хурал, семинар тасралтгүй зохион байгуулж ирсэн. Энэ жил 9 сарын 21-27 ны хооронд Хятад улсын Сичуан мужын Чэнду хотод “Инженер геологи ба аюулгүй дэлхий” сэдвийн хүрээнд 14 дэх удаагаа амжилттай зохион байгуулагдлаа.

Тус хуралд 35 орны 1194 оролцогчид 12 сэдэв 68 дэд сэдвийн хүрээнд аман болон ханын илтгэлээр оролцож, өөрсдийн судалгааны үр дүнгээ танилцуулсан. Тухайлбал:

Түлхүүр илтгэл –11, аман илтгэл -704, ханын илтгэл –202, семинар –3, Сургалт-3 мөн Азийн гишүүн орнуудын уулзалт, залуу инженер геологичдын уулзалт, “Bulletin of Engineering Geology and Environment” сэтгүүлийн танилцуулга гэх мэт маш өргөн хүрээний уулзалт, хэлэлцүүлэг болсон.

Миний хувьд өөрийн магистрын судалгааны ажил болох “Сайншанд хотод тархсан хөөлттэй ул хөрсний физик, механик шинж чанар” сэдвээр ханын илтгэл төрөлд оролцсон.



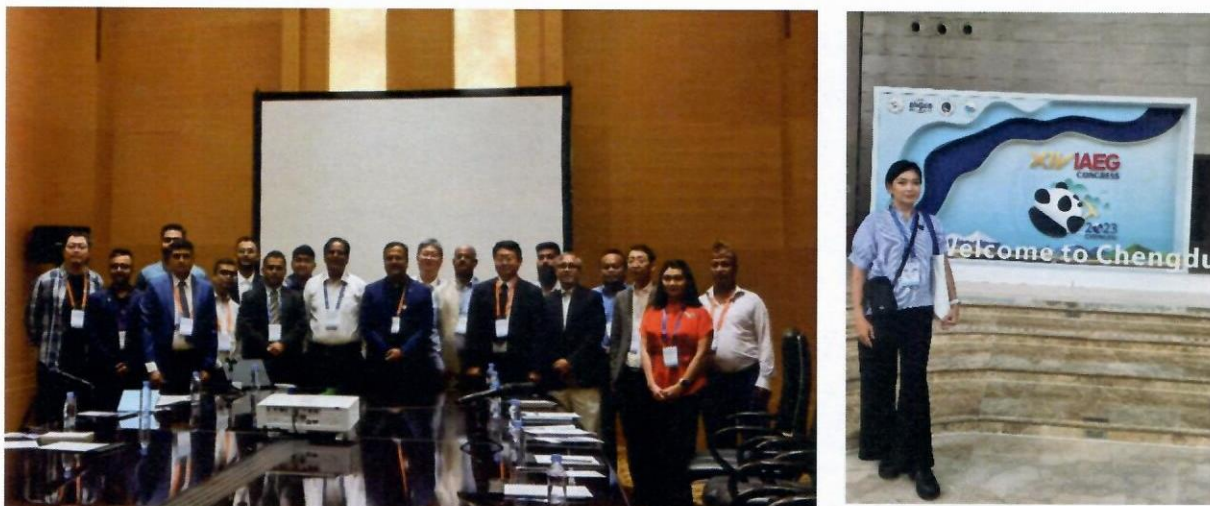
Зураг 1. Илтгэлийн үеэр

2023 оны хуралд нийт 732 өгүүлэл илгээснээс 328 өгүүлэл сонгогдон “Bulletin of Engineering geology and Environmental” сэтгүүлд хэвлэгдсэн. Мөн 889 хураангуй илгээснээс 202 ханын илтгэл сонгогдон танилцуулагдсан байна.

Хурлын нээлтэд Олон улсын чулуулгийн механик, инженерийн холбооны (<https://isrm.net/>) ерөнхийлөгч Resat Ulusay, болон Олон улсын инженер геологийн холбооны <https://iaeg.info/> ерөнхийлөгч Vassilis P.Marinos нар түлхүүр илтгэл тавьж,

одоо байгаа судалгааны түвшин, цаашид хэрэгжүүлэх стратеги төлөвлөгөөний талаар дэлгэрэнгүй мэдээлэл өгсөн.

Мөн Азийн гишүүн орнуудын уулзалтад Азийн холбоонуудын тэргүүлэгч, Непалын салбар холбооны ерөнхийлөгч Ranjan Kumar Dakal гишүүнчлэлээ нэмэх, чадавхыг сайжруулах, сурталчилгаа хийх гэсэн 3 гол агуулгын хүрээнд илтгэл тавьж, бусад орны гишүүд санал солилцсон. Монголын хувьд биеэр ирж оролцож байгаад маш талархалтай хүлээж авч, цаашид идэвхтэй хамтран ажиллахыг уриалж байсан.



Зураг 2. Азийн инженер геологийн холбооны гишүүд

Дараагийн хурал 2024 оны 2 сарын 27-29 ний хооронд Малайз улсын Куала Лампур хотод зохиогдоно. Дэлгэрэнгүй мэдээллийг дараах линкээр орж сонирхоно уу. <https://arc14.asia/>

УСЖУУЛАГЧ ТӨГӨЛИЙН ФОТО СУРВАЛЖИЛГА

Ш.Мягмар, Б.Чимэдцэеэ, А.Хандсүрэн

Үндэсний цэцэрлэгт хүрээлэнд байгуулах УСЖУУЛАГЧ төгөлийн шав тавих ёслол 2018 онд. Энэхүү арга хэмжээг Усны салбарын 80 жилийн ойн арга хэмжээг зохион байгуулах комиссын зүгээс зохион байгуулав.оны 10-р сарын 25-ны 11цаг 40 минутад /морин цагт/ ёслол төгөлдөр болов.



Зураг 1. Усжуулагч төгөлийн бүдүүвч зураг



Зураг 2. Усжуулагч төгөлийн шав тавих ёслолын үйл ажиллагааг нээж комиссын нарийн бичгийн дарга, төслийг хэрэгжүүлэгч Ш.Мягмар үг хэлэв



Зураг 3. БОАЖЯ-ны дэд сайд Ц.Батбаяр үг хэлж байна



Зураг 4. Төгөлийн шав тавих ёслол

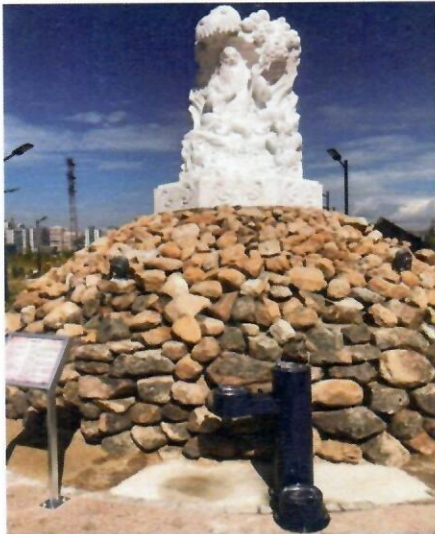


Зураг 5. арын эгнээнд зүүн гар талаас Ус оюу ХХК-ний захирал Байгаль орчны гавьяат ажилтан Ч.Ганболд, Усжуулагч төгөлийн бүтээн байгуулагч Эрдэнэдрийллинг ХХК-ний Б.Шихтулга, урд эгнээний зүүн гар талаас Буян-Ус ХХК-ний захирал Г.Цэндсүрэн, Цаст Алтанцөгц ХХК-ний захирал Б.Чимэдцэеэ.

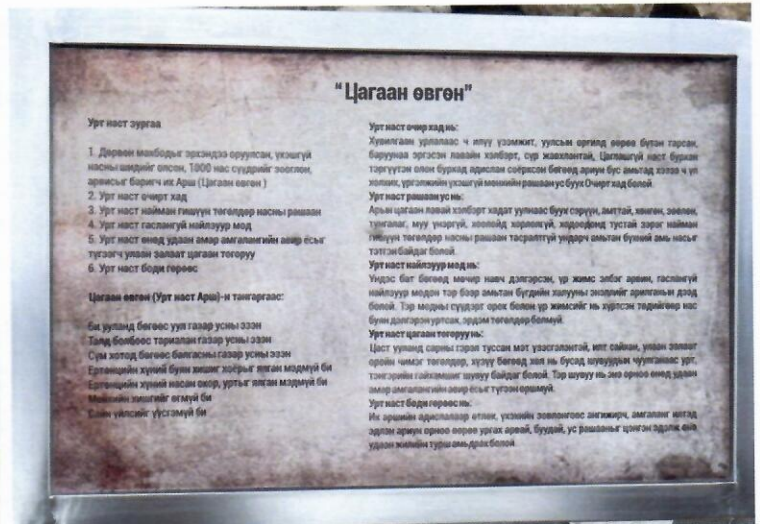


Зураг 6. Нээлтийн арга хэмжээнд оролцож буй хүндэт зочид

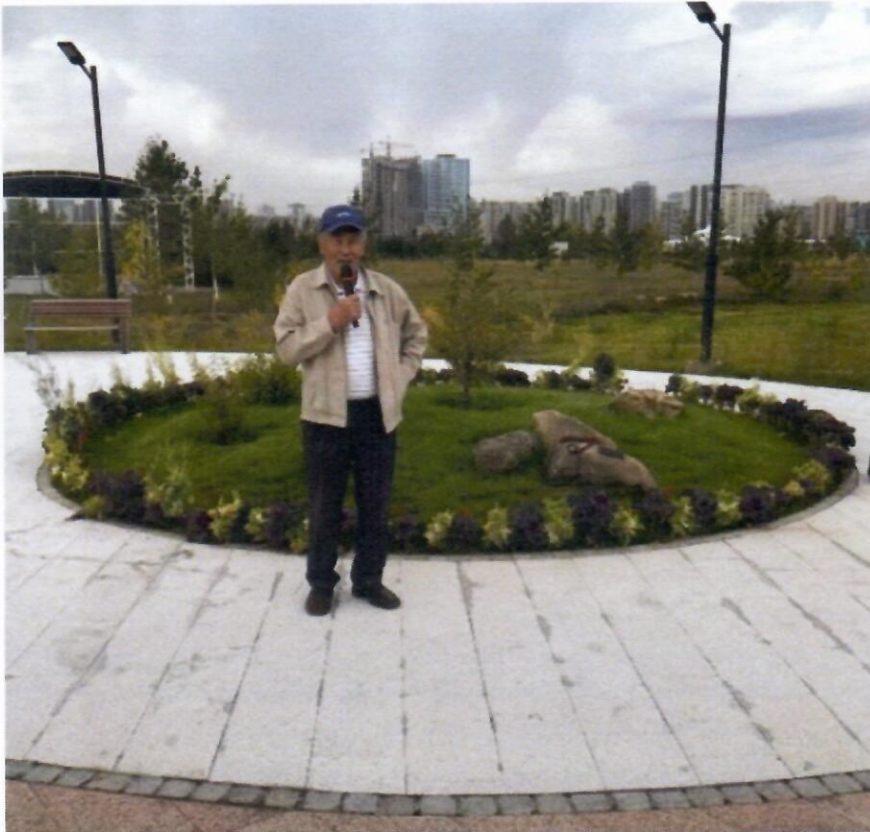
Монгол улсад усны салбар үүсэж хөгжсөний 80 жилийн ойгоор санаачлан шав тавьсан усжуулагч төгөлийн нээлтийн үйл ажиллагаа Үндэсний цэцэрлэгт хүрээлэнд 2023 оны 9-р сарын 20-ны өдөр нээлтээ хийв.



Зураг 7. Усжуулагч төгөлд босгосон лусын бурхан Цагаан өвгөн



Зураг 8. Уул усны бурхан Цагаан өвгөний тайлбар



Зураг 9. Усжуулагч төглийг нээж Монгол улсын Байгаль орчны гавьяат ажилтан, Усны аж ахуйн яамны орлогч сайд асан Ц.Балдандорж үг хэлж байна



Зураг 10. Усжуулагч төгөлийн орчны байдал



Зураг 11. Усжуулагч төгөлийн нээлтийн ажиллагаанд оролцсон усжуулагч нар Лусын бурхан Цагаан өвгөн хөшөөний дэргэд



Зураг 12. Лусын бурхан цагаан өвгөн хөшөөний дэргэд: Баруун гар талаас уг төслийг санаачлагч Хэнтий аймгийн УААУГ-ын ерөнхий инженер асан Г.Цэндсүрэн, төлийг хэрэгжүүлэгч Усны газрын дарга асан Ш.Мягмар, комиссийн гишүүн Усны барилга ХХК-ийн захирал Г.Сүрэнжав, Төгс төгөлдөр лусын лхадэн хийдийн ламтан Д.Энхболд



Зураг 13. Нээлтийн арга хэмжээнд багш шавь нар, зүүн гараас доктор Д.Батжаргал, гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн салбарыг үүсгэн байгуулагч гавьяат багш Н.Батсүх, зөвлөх инженер Б.Чимэдцэеэ.



Зураг 14. Усжуулагч төгөлийн тайлбар

Монгол Улсын хүн ам, хөдөө аж ахуй, хот суурин газар, үйлдвэр, уурхайг усаар хангах ариун үйлсэд зүтгэж явсан үе үеийн УСЖУУЛАГЧДЫН ЯРУУ АЛДАР БАДАРТУГАЙ.

УСНЫ АЖИЛ БҮТВЭЛ, УЛСЫН АЖИЛ БҮТНЭ.

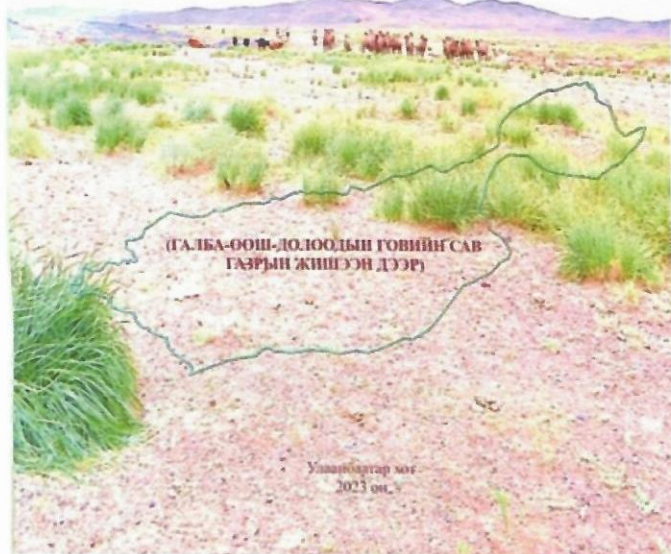
ШҮҮМЖ, “ГИДРОГЕОЛОГИЙН ТЭМДЭГЛЭЛ” НОМЫН ТУХАЙ

Найдангийн Батсүх

Геологи-эрдэс судлалын шинжлэх ухааны доктор, профессор

Ш.ЧУЛУУНБААТАР

ГИДРОГЕОЛОГИЙН ТЭМДЭГЛЭЛ



Манай улсын туршлагатай, ахмад гидрогеологич инженерүүдийн нэг, монгол улсын зөвлөх инженер Шагдардванчигийн Чулуунбаатарын туурвисан “Гидрогеологийн тэмдэглэл (Галба-Өөш-Долоодын говийн сав газрын жишээн дээр)” бүтээлтэй энэ оны хавсарган салхитай, хэт халуун, заримдаа хэт сэрүүхэн өдрүүд хосолсон зуны турш уншиж, танилцаж, судалж үзээд бяцхан шүүмж тэрчлэхээр зорьсон минь.

Эхлээд номын нэр намайг бодолд унагав. Яагаад “Гидрогеологийн тэмдэглэл” гэж нэрлэсэн юм бэ? Надад бол “Гидрогеологичийн тэмдэглэл” гэж нэрлэмээр санагдаад.

Манай улс усны нөөцийн сав газрын менежментийг хэрэгжүүлэх зорилтыг 2012 онд тавьж Голланд улсын тусламжтайгаар хэрэгжүүлж анхан шатын төлөвлөгөөг боловсруулсан билээ. Уг төлөвлөгөөг

боловсруулахад манай эрдэмтэд нийт газар нутгаа 29 сав газарт хуваасан. Эдгээр сав газруудаас хамгийн их нутаг дэвсгэртэй сав газрын нэг нь Галба-Өөш-Долоодын говийн сав газар юм. Энэхүү сав газрын жишээ дээр Ш.Чулуунбаатар инженер бүтээлээ туурвисан байна.

Галба-Өөш-Долоодын говийн (ГӨДГ) сав газар нь Говь-Алтайн нурууны зүүн урд үзүүр Хөрхийн нуруунаас Дарьгангын галт уулын дэвсгэрийг хамарсан удам нутаг дэвсгэртэй. ГӨДГ-ийн сав газрын хэвлий нь төрөл бүрийн эрдэс баялгаар баян юм. Энд монголдоо байтугай дэлхийд алдартай Оюутолгой, Таван толгой, Цагаан суварга, Зүүнбаян, Дулаан, Зөөвч овоо, Цагаан элс гээд зэс, нүүрс, газрын тос, ураны гэх мэт олон ордуудыг манай геологичид нээсэн. Манай гидрогеологичид газар доорх усны томоохон ордуудыг тухайлбал: Гүний хоолой, Наймдай, Наймант, Загийн усны хоолой, Балгасын улаан нуур, Цагаан цав, Нарангийн хоолой, Бор хөөвөр зэргийг нээсэн байна.

Ийм баян тансаг хэвлийтэй сав газрыг Монгол Улсын зөвлөх инженер, гидрогеологийн шинжлэх ухааны үүднээс тэмдэглэн энэхүү бүтээлээ туурвижээ. Судлаач өөрөө биечлэн энэ сав газрын газар доорх усны олон орд дээр хайгуул хийсэн ажээ.

Инженер Ш.Чулуунбаатарын эл бүтээл хэд хэдэн онцлогтой. Тухайлбал:

1. Бүтээлийн бүтэц их өвөрмөц 10 бүлэгтэй.
Нэгдүгээр бүлэгтээ ГӨДГ-ийн сав газрын байгалийн, геологийн, гидрогеологийн, геоморфологийн тогтоцын онцлогийг товч тодорхой авч үзсэн. Энэ сав газрын нутаг дэвсгэрийн гидрогеологийн дүүрэгчлэлийг зохиож гидрогеологийн структуруудыг тодорхойлж өгсөн шинэлэг талтай.
Хоёрдугаар бүлэгтээ ГӨДГ-ийн сав газрын гидрогеологийн давхарга зүйг дэлгэрэнгүй бичсэн.
Гуравдугаар бүлэгтээ ГӨДГ-ийн сав газрын усны хэрэглээг нийгэм-эдийн засгийн үндсэн салбараар үнэлгээ өгсөн. Цоо шинэ нэг зүйл гэвэл ус ашиглалтын техногенезийг тухайлан авч үзсэн.
Дөрөвдүгээр бүлэгтээ ашигт малтмалын ордуудын усжилтын асуудлыг хөндсөн аж.
Тавдугаар бүлэгтээ гидрогеологийн зарим структурын гидрогеологийн онцлогийг хүн амын эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөтэй элементүүдийн агууламжийн тархалттай холбож өгсөн нэг зүйл онцлогтой.
Зургаадугаар бүлэгтээ гидрогеологичид тэр болгон авч үздэггүй усан хангамжийн эх үүсвэрүүдийг дэлгэрэнгүй авч үзсэн сонирхолтой өгөөжтэй онцлогтой.
Долоодугаар бүлэгтээ газар доорх усны ашиглалтын нөөц, баялгийг, Наймдугаар бүлэгтээ сав газрын усны хэрэглээний асуудлыг тус тус авч үзсэн.
Есдүгээр бүлэгтээ гидрогеологийн эрэл хайгуул хийх ирээдүйтэй талбайг тодорхой жишээ дээр авч үзэн зөвлөмж өгсөн.
Аравдугаар бүлэгтээ Усны нөөцийн удирдлагын асуудлыг хөндсөн байна.
2. Манай гидрогеологийн салбарын эрдэмтэд судлаачдын орхигдуулаад байгаа нэг чухал, онолын асуудал бол байгалийн суурь нөхцөлийн судалгаа юм. Үүнийг зохиогч соргогоор мэдэрч хөндөж (66-р, 109-р, 110-р, 115-р талууд) тавьсан.
3. Газар доорх усны горимын цэгцтэй судалгааг мэргэжлийн түвшинд нэгдсэн удирдлагатай хийхгүй байгааг зохиогч бүтээлийнхээ олон газар анхааруулж өгсөн.
4. Бидний овог дээдэс өнө эртнээс нүүдлийн мал аж ахуйг эрхлэн газар доорх усаар усны хэрэглээгээ хангаж, байгалийнхаа суурь нөхцөлтэйгөө зохицон амьдарч ирсэн. Харин ХХ зууны дунд үеэс аж үйлдвэржиж, шинээр хот, сууринууд сүндэрлэж хүн амын бөөгнөрөл үүсгэсэн нь усны хэрэглээг эрс нэмэгдүүлж газар доорх усны олон ордыг нээж ашиглаж ирсэн. Одоо манай улс нийт ус хэрэглээнийхээ 80% гаруйг газрын хэвлийн усыг олборлох замаар хангаж байна. Үүнтэй уялдаад манай орны гидрогеологийн судалгаанд шинэ, шинэ чиглэлүүдийг: тухайлбал газар доорх усны ашиглалтын техногенез (72-р тал), стресс (116-р тал), техноген гидрогеохимийн (13-р тал) гэх мэт чиглүүлэх тулгамдсан асуудал болж байгааг онцолсон.
5. Усны хэрэглээ өсөн нэмэгдэж байгаа учраас газар доорх болон гадаргын усыг ашиглах замаар хосолмол эх үүсвэрээр шийддэг усны нөөцийн удирдлагыг буй болгох зайлшгүй шаардлагатай байгааг онцолсон.

Манай улсын орчин цагийн нэрт эрдэмтэн гидрогеологич Намжилын Жадамбаа 2009 онд “Гидрогеологи” (“Монголын геологич ба ашигт малтмал” цуврал бүтээлийн 8-р боть) туурвисан бөгөөд 2018 түүнд энэ бүтээлээр нь Төрийн соёрхол соёрхсон. Энэхүү Н.Жадамбаагийн “Гидрогеологи” бүтээлээс хойш монголын гидрогеологийн судалгааны талаар дорвитой бүтээл гараагүй. Харин ахмад гидрогеологич инженер

Ш.Чулуунбаатарын туурвисан “Гидрогеологийн тэмдэглэл. (Галба-Өөш-Долоодын говийн сав газрын жишээн дээр)” бүтээл бол газар доорх ус судлаачдын, усны бодлогын талаар шийдвэр гаргагч түшээдийн уншууштай, олон шинэлэг санаа агуулсан ном байна. Гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн мэргэжлээр ахисан түвшний сургалт эрхэлдэг ШУТИС-ийн Геологи-гидрогеологийн салбарын эрдэмтэн багш нар, магистр оюутнууд, доктор оюутнууд сургалтандаа өргөн ашигламаар бүтээл болсныг энэ ялдамд дурдъя.

Монгол Улсын зөвлөх инженер, ахмад гидрогеологич Шагдарваанчигийн Чулуунбаатар өөрийн энэхүү бүтээлээ яагаад “Гидрогеологийн тэмдэглэл” гэж нэрийдсэн учрыг миний тэрлэсэн энэхүү шүүмжээс ойлгох байхаа гэж найдна.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВОДЫ МОНГОЛИИ: ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАГЕНИЯ ЛИТИЯ, ВОЗМОЖНОСТИ ДОБЫЧИ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СОЛЕННЫХ ОЗЕР

ГИДРОМИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ МОНГОЛИИ: ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАГЕНИЯ ЛИТИЯ, ВОЗМОЖНОСТИ ДОБЫЧИ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СОЛЕННЫХ ОЗЕР

Д.Сурмаажав, А.Г. Вахромеев*, И.В. Литвинова**

*Иркутск, Институт земной коры СО РАН, andrey_igp@mail.ru;

**ВГРЭ АК АЛРОСА (ПАО), г. Новосибирск;

Литий – самый легкий из щелочных металлов. В последние годы в мире наблюдается повышенный спрос на него в различных отраслях промышленности, в первую очередь это производство легких и сверхлегких сплавов, Li источников тока. К промышленным типам месторождений лития относят твердые (редкометалльные пегматиты и др), континентальные рассолы – саларов и рассолы солеродных бассейнов осадочного чехла платформ, литиеносные глины - гекториты. В верхней коре литий, поднимаясь из промежуточных очагов магматических камер верхней коры [Романюк, Ткачев, 2010], концентрируется по испарительному (рассолы) и сорбционному (глины) механизмам.

В числе промышленных типов Li сырья важнейшую роль сегодня в мире играют литиеносные рассолы. Разработка месторождений «жидкой» руды – саларов Южной и Северной Америк, Китая (Тибет) и вероятной перспективе- Западной Монголии – самый рентабельный способ получения столь необходимого сырья. В Восточной Сибири – на Сибирской платформе и в сопряженных горноскладчатых сооружениях Саяно-Алтайской системы, Хангая и Байкало-Патома известны, и в разной степени изучены литиеносные провинции (Загорский, 1997; Романюк, Ткачев, 2010; Владимиров, 2011, б; Гусев, 2011; Кузнецова, 2011; Макагон, 2005; 2011; Шварцев, 2011; Пиннекер, 1966; Вожов, 2006; Скворцов, 2008; Алексеев и др., 2014). В складчатом обрамлении кратона разведаны месторождений РЗЭ и Li в докембрийских редкометалльных пегматитах [Загорский, 1974, 1997; Скворцов, 2008; Абрамович, 2014], щелочных апогранитах [Серебренников, 2014]. Рассматривая формирование металлогении региона с современных геодинамических позиций, геологи выделяют магматогенно-рудные системы Восточной Сибири, генетически связанные с тектоникой литосферных плит и плюмов (горячего поля мантии) [Абрамович, 2014; Кузьмин, Ярмолюк, 2016]. Очевидно, что с этих же позиций необходимо рассматривать и специальную металлогению (Вахромеев С.А., 1970; Вахромеев С.А., Семинский, 1983) лития Сибирской платформы, крупнейшей (Вахромеев А.Г., 2015, 2022) гидроминеральной литиеносной металлогенической провинции мира. Давно известны значительные концентрации лития в металлоносных рассолах осадочного чехла Сибирской платформы (СП). Здесь изучена широкая гамма редких, рассеянных элементов, брома и минеральных солей в глубокозалегающих рассолах. По содержанию Li промышленные рассолы СП уступают только Боливийскому Салару-де-Атакама. Задokumentированы фонтанирующие скважины с дебитами до 5–7 тыс м³/сут, выносившие на поверхность до 10 т (!) хлористого лития в сутки. Общепринятая версия генезиса редкометалльной минеральной фазы предполагает выщелачивание рассолами редких, РЗЭ и в первую очередь лития (Li), эмиграцию из Li-содержащих изверженных пород кристаллического фундамента Сибирской платформы и продуктов их разрушений (кор выветривания), переноса и

концентрирования в рассолах. В складчатом обрамлении кратона разведаны месторождений РЗЭ и Li в редкометальных пегматитах.

По Владимирову (2014), динамика формирования месторождений лития обусловлена двумя факторами: 1) концентрированием Li_2O в редкометальных гранитно-пегматитовых расплавах и метасоматитах на глубинных уровнях коры; 2) привнесом Li_2O из мантии в составе контрастных субщелочных рудно-магматических систем (через гидротермы и травертины на дневную поверхность). Модель гидротермального обогащения литием вулканогенно-осадочных толщ в кальдерах гигантских вулканических аппаратов изучена и отражена в серии публикаций о мезо-кайнозойских вулканах и гидротермальных системах Южной, Северной Америк, Тибета и Монгольского Алтая (Романюк, Ткачев, 2010; Владимиров, 2011, 2014, др). Итоговое концентрирование лития в лимнических отложениях происходит после миграции водных растворов лития в замкнутые котловины саларов [Романюк, Ткачев, 2010; Шварцев, 2011].

Массивы изверженных щелочных пород характерны как для внутриконтинентальных горячих областей, так и для тыловых частей активных континентальных окраин. Концентрация лития в силикатных минералах связана со щелочными породами, образующимися вблизи рифтогенных впадин. Современные конвергентные границы литосферных плит активных континентальных окраин (андийского типа) вблизи рифтогенных структур в тыловых частях представлены щелочными и субщелочными породами, разрушение которых в условиях жаркого сухого климата способствует накоплению лития в пределах многочисленных соленых озер. Геодинамические условия, при которых происходило поступление лития в рассолы, изучены недостаточно. Палеорекострукции Сибирского палеоконтинента последних лет, сделанные на основе палеомагнитного и палеоклиматического метода, позволяют восстановить значение плюмовой тектоники (горячего поля мантии) и тектоники литосферных плит на ранних этапах формирования чехла Сибирской платформы для изучения специальной металлогении лития с современных геодинамических позиций [Абрамович, 1998; 2014; Загорский, 2010; Кузьмин, 2012; 2016; Кузьмин, Ярмолюк, 2016; Гладкочуб, 2002; Владыкин, 2016; Чинь-Ванг, 2016]. Эволюция СП в докембрии и фанерозое включала несколько мощнейших циклов ТМА, сопровождавшихся кимберлитовым и трапповым магматизмом корневого типа – внедрением мантийных расплавов в верхи платформенного чехла. В пределах Централно-Азиатского пояса процессы прогрева в циклы термохимической плюмовой активности коллизионных областей привели к формированию крупных полей сподуменовых пегматитов [Владимиров, 2011, 2014, др].

В Монголии распространены более 3500 больших и малых озер, которые покрывают в общем более 1% территории всей страны. В 2007-2013 году Монгольско-Российские совместных гидрогеохимических экспедиции проводили исследования по опробованию более 50 бессточных соленых озер и их водосборных площадей территории Монголии, расположенных в аккреционно-коллизионной области. На территории Котловины Больших Озер, Долины озер, Восточной степи и Гоби было выделено три основных типа озер: содовые, сульфатные и хлоридные озера. Для содовых озер характерны минимальные значения общей солености, высокие значения рН, а также высокие концентрации урана, кремния, мышьяка и молибдена. Хлоридные озера характеризуются высокой минерализацией: стронций, бор и литий преобладают среди микроэлементов. Сульфатные озера отличаются минимальными значениями рН и

большинства микроэлементов. Комплексный подход использования химических данных макро и микрокомпонентов, а также минералогических исследований областей водосбора и донных осадков озер совместно с проведением термодинамического моделирования процессов взаимодействия воды и породы в соленых озерах позволили выявить основные закономерности перераспределения элементов в этих экосистемах. Формирование химического состава озер определяется двумя основными процессами: интенсивностью испарения воды /растворителя/ и временем взаимодействия воды и породы, начиная с водосборных площадей и продолжая на дне озер. Оба процесса происходят во всех озерах, но доля каждого из них разная. Вероятно, для хлоридных озер важнейшую роль также играет гидотермальная разгрузка глубинных флюидов [Сурмаажав, 2022]. При преобладании испарительной концентрации элементов образуются сульфатные или хлоридные озера. Содовые озера, напротив образуются при более интенсивном поступлении химических элементов в озеро с грунтовыми и поверхностными водами, т.е. при активном взаимодействии «вода-порода».

По многолетним исследованиям Монгольско-Российских гидрогеохимических экспедиции установлено, что в хлоридных озерах образуются и концентрируются в больших количествах литий, в содовых озерах – уран. Максимальная концентрация лития подтверждены химико-аналитическими исследованиями трех озер Монголии: Давсан Нуур 1, 2 и Бага Гашун Нуур [Шварцев, 2011, 2012]. Важно, что для оз. Давсан-Нуур доказана тесная пространственная связь бессточной котловины как естественной геоморфологической и структурной ловушки, в которой идет аккумуляция легкоподвижных компонентов, включая литий, и впадины тектонического происхождения – рифтогенной вулканической структуры кайнозойского возраста. Роль глубинных терм пока не изучена [Сурмаажав, 2022]

Химический состав рассолов, хлоридный натриевый, магниевый натриевый и калиевый натриевый; рассолы такого состава, как жидкая руда, могут быть переработаны по сорбционной технологии селективного извлечения лития. Согласно полученным данным, исследуемые соленые озера могут рассматриваться как источник не только для традиционных продуктов солей /сода, хлорид натрия, сульфат натрия/, но и для потенциального производства редких лития, урана, рубидия, стронция, калия и т.д./ и других элементов (бром, бор, магний, стронций и др). На ряде объектов озер концентрации лития могут быть отнесены к промышленным. Элементарный бром можно извлекать по известной промышленной технологии воздушной десорбции, либо с получением бром-продуктов [Вахромеев, 2015].

ВЫВОДЫ

Анализ опубликованных данных о геодинамической эволюции Сибирского кратона и окружающих его аккреционно-коллизонных областей, в т.ч. Западной Монголии в аспекте специальной металлогении лития и бора позволяют сделать вывод о их первично-мантийном генезисе. Ресурсная база лития и бора, других ценных компонентов в сарах Западной Монголии, оценка транспортирующей роли глубинных термальных флюидных систем требуют дополнительного геологического изучения. Не исключена возможность извлечения из озерных рассолов лития, брома, калия, рубидия и бора. Комплексная технология промышленной переработки таких рассолов, безусловно, предполагает проведение экспериментальных технологических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Абрамович Г.Я., Кузьмин М.И., Ярмолюк В.В. Плюмовые магматогенно-рудные

- системы юга Восточной Сибири // Геология и полезные ископаемые юга Восточной Сибири : научн. тр. ВСНИИГГиМС – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014.- Вып. 3- 150 с., стр. 18-24.
- [2] Алексеев С.В. Промышленные рассолы Сибирской платформы: гидрогеология, бурение и добыча, переработка, утилизация // С.В. Алексеев, А.Г. Вахромеев, Н.П. Коцупало, А.Д. Рябцев. – Иркутск: Изд-во ООО «Географ». – 2014. – 162 с.
 - [3] Ариунбилэг С., Исупов В.П., Владимиров А.Г и др. Геохимия и химический состав соленых озер Монголии . Улаанбаатар, 2020г
 - [4] Вахромеев А.Г. Закономерности формирования и локализации месторождений промышленных рассолов в карбонатных каверново-трещинных резервуарах кембрия юга Сибирской платформы (по данным глубокого бурения, испытания скважин и полевой геофизики). Иркутск: Изд-во ИрННТУ, 2015. – 248 с.
 - [5] Владимиров А.Г., Ляхов Н.З., Загорский и др. Литиевые месторождения сподуменовых пегматитов Сибири. Химия интересах устойчивого развития том 20. Стр 3-20.
 - [6] Владимиров А.Г., Исупов В.П., Ариунбилэг С. и др Сравнительный анализ литиеносности соленых озерах Южной Сибири и Монголии //Всерос. Науч-практ. Совещ. с междунар. участ. Литий России: Минерально-сырцевые ресурсы, инновационные технологии, экологическая безопасность. Новосибирск: Изд-во СО РАН, стр.21-27.
 - [7] Владимиров А.Г., Загорский В.Е., Шварцев С.Л. и др. Геохимические тенденции концентрирования лития в земной коре и на ее дневной поверхности. Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – № 3, ч. 1, 2014, с. 59-62.
 - [8] Владимиров А.Г., Загорский В.Е, Макагон В.М. и др. Геодинамические обстановки и физико-химические условия формирования гигантских литиевых месторождений /Флюидный режим эндогенных процессов континентальной литосферы. Иркутск, Институт земной коры СО РАН, 6-9 окт. 2015 г, с. 51-52
 - [9] Зелинская Е.В. Теоретические основы изучения и рационального использования подземных рассолов. – Иркутск, изд-во ИрГТУ, 2002. – 98 с.
 - [10] Исупов В.П., Владимиров А.Г., Шварцев С.Л. и др. Химический состав и гидроминеральные ресурсы соленых озер Северо-Западной Монголии // Химия интересах устойчивого развития, 2011, 2011, Т. 19, № 2, с. 141-150.
 - [11] Кирюхин А.В. Магматический фреатинг и гидротермальные системы под активными вулканами // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Геотермальная вулканология, гидрогеология, геология нефти и газа» (Geothermal Volcanology Workshop 2020), 3 – 8 сентября 2020 г. – Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2020. – 180 с., с 27-31.
 - [12] Колпакова М.Н., Геохимия соленых озер Северо-Западной Монголии // Автореф. Канд. Дисс, Томск, 2014 21 с.
 - [13] Коцупало Н.П., Рябцев А.Д. Химия и технология получения соединений лития из литиеносного гидроминерального сырья // ЗАО «Экостар-Наутех». – Новосибирск: изд-во «ГЕО», 2008. – 291 с.
 - [14] Кузьмин М.И., Ярмлюк В.В., Эрнст Р.Е. Тектоническая активность Земли на ранних этапах (4,56–3,4 (2,7?)) ее эволюции // Геология и геофизика. 2016. 57 (5). – С. 815–832.
 - [15] Перепелов А.Б. Цыпукова С.С., Демонтерова Е.И. и др. Роль океанической литосферы и карбонатизированной мантии в происхождении щелочно-базальтовых магм позднекайнозойских вулканических ареалов Северной Монголии в статье 2012 г.// Геодинамическая эволюция, 2017, вып. 15, с. 205-206.
 - [16] Рундквист Д.В., Ткачев А.В., Черкасов С.В. и др. Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых. Т. 1 // Глобальные закономерности размещения. М. : ИГЕМ РАН, 2006, 390 с.
 - [17] Сурмаажав Д. Термальные воды Центральной Монголии. (Научная монография). Сурмаажав Д. Дроздов А.В., Вахромеев А.Г. Иркутск : Изд-во ИрННТУ, 2022. – 252 с.
 - [18] Шварцев С.Л., Исупов В.П., Владимиров А.Г., и др. Литий и уран в бессточных озерах западной Монголии //Химия интересах устойчивого развития том. 20. №1. 43-49.
 - [19] Шварцев С.Л., Исупов В.П., Владимиров А.Г. и др. Главные факторы литиеносности и ураноносности бессточных озер Западной Монголии // Литий России. Мат-лы Всерос. Науч-практ. Совещания , г. Новосибирск, 2011, 202 с, с. 86-92.



МОНГОЛЫН МЯНГАНЫ СОРИЛТЫН САН
MILLENNIUM CHALLENGE ACCOUNT - MONGOLIA

Монголын Мянганы сорилтын II Компакт гэрээ

УЛААНБААТАР ХОТЫН НИЙТ УС ХАНГАМЖИЙГ НЭМЭГДҮҮЛЭХ ХӨТӨЛБӨР



MILLENNIUM
CHALLENGE CORPORATION
UNITED STATES OF AMERICA

Зорилго: Улаанбаатар хотыг унд, ахуйн шаардлагад нийцсэн цэвэр усаар тогтвортой хангах

Зорилтот бүлэг: Улаанбаатар хотын нийт хүн ам, албан байгууллага, үйлдвэрлэл, үйлчилгээ эрхлэгчид

Хөрөнгө оруулалт: \$461.76 сая = \$350 сая (АНУ-ын буцалтгүй тусламж) + \$111.76 хүртэлх сая (Монгол Улсын Засгийн газар)

Хэрэгжих хугацаа: 5 жил (2021.03.31 – 2026.03.31)

Улаанбаатар хотод ойрын ирээдүйд учирч болзошгүй усны хомстлоос сэргийлэх зорилго бүхий Нийт ус хангамжийг нэмэгдүүлэх хөтөлбөрийн хүрээнд харилцан уялдаа бүхий гурван төслийг хэрэгжүүлнэ.



Ус хангамжийн баруун эх үүсвэрийг шинээр байгуулах төсөл

- БиокOMBинат, Шувуун фабрик орчимд **ус хангамжийн шинэ эх үүсвэр** байгуулах;
- Эх үүсвэрийн талбайд нийт **30 гүний худаг, 55 км ус дамжуулах шугам хоолой** (гүний худгуудаас УГЦБ, УГЦБ-аас ус хангамжийн төвлөрсөн сүлжээ рүү) барих;
- Шинэ эх үүсвэрээс олборлосон усыг Ундны усны стандартад нийцүүлэн цэвэршүүлэх дэвшилтэт технологи бүхий **Ус гүн цэвэршүүлэх байгууламж (УГЦБ)** барих.

Нийслэлийн ус хангамжийн системд жилд 50 сая м³ хүртэлх хэмжээний ус нийлүүлнэ



Хаягдал ус дахин боловсруулах төсөл

- Шинэ Төв цэвэрлэх байгууламж (ТЦБ)-ийн дэргэд **Ус дахин боловсруулах үйлдвэр** барих (ТЦБ-аас байгальд нийлүүлэх цэвэрлэсэн уснаас авч дахин боловсруулна);
- ДЦС-3, 4 рүү **дахин боловсруулсан ус дамжуулах шугам хоолой** барих;
- ДЦС-3, 4-ийн техникийн хэрэгцээнд **дахин боловсруулсан ус ашиглахад шаардлагатай схемийн өөрчлөлтүүд хийж, удирдлага хяналтын систем суурилуулах.**

ДЦС-3, 4-т одоо ашиглаж буй 18 сая м³/жил хүртэлх хэмжээний гүний усыг хэмнэх боломж бүрдэнэ



Усны салбарын тогтвортой байдлыг хангах төсөл

- Ус хангамжийн үйлчилгээний зардлыг бүрэн нөхөх чадварыг УСУГ-т бий болгох, туслалцаа үзүүлэх;
- Гэр хороолол дахь төвийн шугамд холбогдсон **180 ус түгээх байрыг автоматжуулах;**
- УСУГ-ын үйл ажиллагааг тодорхой чиглэлүүдээр сайжруулж, инженер, техникийн ажилтнуудыг чадавхжуулах;
- Үйлдвэрийн хаягдал усны бохирдлыг хянах, **лабораторийн тоног төхөөрөмжөөр хангах;**
- Усны үйлчилгээний бодит өртгийн талаар олон нийтийн ойлголт мэдлэгийг сайжруулж, хэвшил хандлагыг өөрчлөх зэрэг дэд төслүүдийг хэрэгжүүлж байна.

Хөтөлбөрийн үр өгөөжийг урт хугацаанд тогтвортой хадгална



Төслийн хугацаа

2021-2022 2022-2023 2023-2024 2024-2025 2025-2026



Дэлгэрэнгүй мэдээллийг:



- www.mca-mongolia.gov.mn
- mcamongolia2
- MCAMongolia2
- Millennium Challenge Account - Mongolia



МОНГОЛЫН МЯНГАНЫ СОРИЛТЫН САН
MILLENNIUM CHALLENGE ACCOUNT - MONGOLIA

MCC – Mongolia Water Compact WATER SUPPLY PROJECT



Compact Objective: Ensuring a safe and sustainable supply of water to Ulaanbaatar, the capital city of Mongolia

Compact Beneficiaries: Entire population of Ulaanbaatar, commercial and industrial users

Compact Funding: \$461.76 mln investment, made possible by \$350 mln MCC grant and up to \$111.76 mln Mongolian Government contribution

Compact Timeline: Five-year from March 31, 2021 to March 31, 2026

Water Supply Project comprises three closely related activities that aim to address the problem of limited long-term sustainability of Ulaanbaatar's water supply.



The Compact Timeline

2021-2022 2022-2023 2023-2024 2024-2025 2025-2026



For more information:



www.mca-mongolia.gov.mn
[mcamongolia2](https://www.facebook.com/mcamongolia2)
 MCAMongolia2
 Millennium Challenge
 Account - Mongolia

ЛЭНД ТЕСТ ХХК-ИЙН ТОВЧ ТАНИЛЦУУЛГА



Лэнд тест ХХК нь барилгын инженер-геологи, геодезийн үйлдвэрлэл үйлчилгээ, гидрогеологийн хайгуул судалгааны чиглэлээр үйл ажиллагаа эрхэлдэг мэргэжлийн байгууллага бөгөөд бид харилцагч нартаа чанартай, сэтгэл хангалуун байдлыг санал болгосон найрсаг хамт олон билээ.

Манай компани нь 2011 онд байгуулагдсан цагаас хойш Монгол улсын Барилгын ул хөрсний инженер геологийн судалгаа, Геодезийн үйлдвэрлэл үйлчилгээ, зурагзүй, Гидрогеологийн хайгуул судалгааны



чиглэлээр автозамын хайгуулын зураг төсөл, геологи уул уурхайн зураг төслийн үйлдвэрлэлд орчин үеийн багаж тоног төхөөрөмж, программ хангамжийг нэвтрүүлж, үйлдвэрлэлээ жилээс жилд улам өргөтгөж, мэргэжилийн чадварлаг боловсон хүчинтэй баг бий болон ажиллаж байна.

Хийж гүйцэтгэсэн томоохон төсөл арга хэмжээ

- Дорноговь аймаг, Сайншанд суманд барих газрын тос боловсруулах үйлдвэрийн талбай, 630 км зурвасын инженер геологийн судалгаа, геодезийн хагуулын ажил /2017 он/ Пристеж инженеринг ХХК
- Улаанбаатар хот, Багануур дүүрэгт баригдах 700МВт хүчин чадалтай цахилгаан станцын талбайн инженер геологийн судалгаа, геодезийн хагуулын ажил /2016 - 2017 он/ Багануур повер ХХК
- Говьсүмбэр аймаг, Шивээ голвь суманд баригдах 150МВт хүчин чадалтай цахилгаан станцын талбайн инженер геологи, геодезийн хагуулын ажил /2015 он/ Оюуны-Ундраа групп ХХК
- Улаанбаатар хот, Сонгинохайрхан дүүрэгт шинээр баригдах цэвэрлэх байгууламжийн талбайн инженер геологи, гидрогеологийн судалгаа геодезийн хагуулын ажил /2015-2020 он/ Пристеж инженеринг ХХК
- Алтанбулаг - Улаанбаатар - Замын-Үүд чиглэлийн хурдны авто замын инженер геологийн судалгаа /2016 он/ Чингис лэнд девелопмент групп ХХК
- Улаанбаатар хот, Сонгинохайрхан дүүрэг, Хаягдал ус дахин боловсруулах төслийн инженер геологи, геодезийн хагуулын ажил /2019-2020 он/ Пристеж инженеринг ХХК



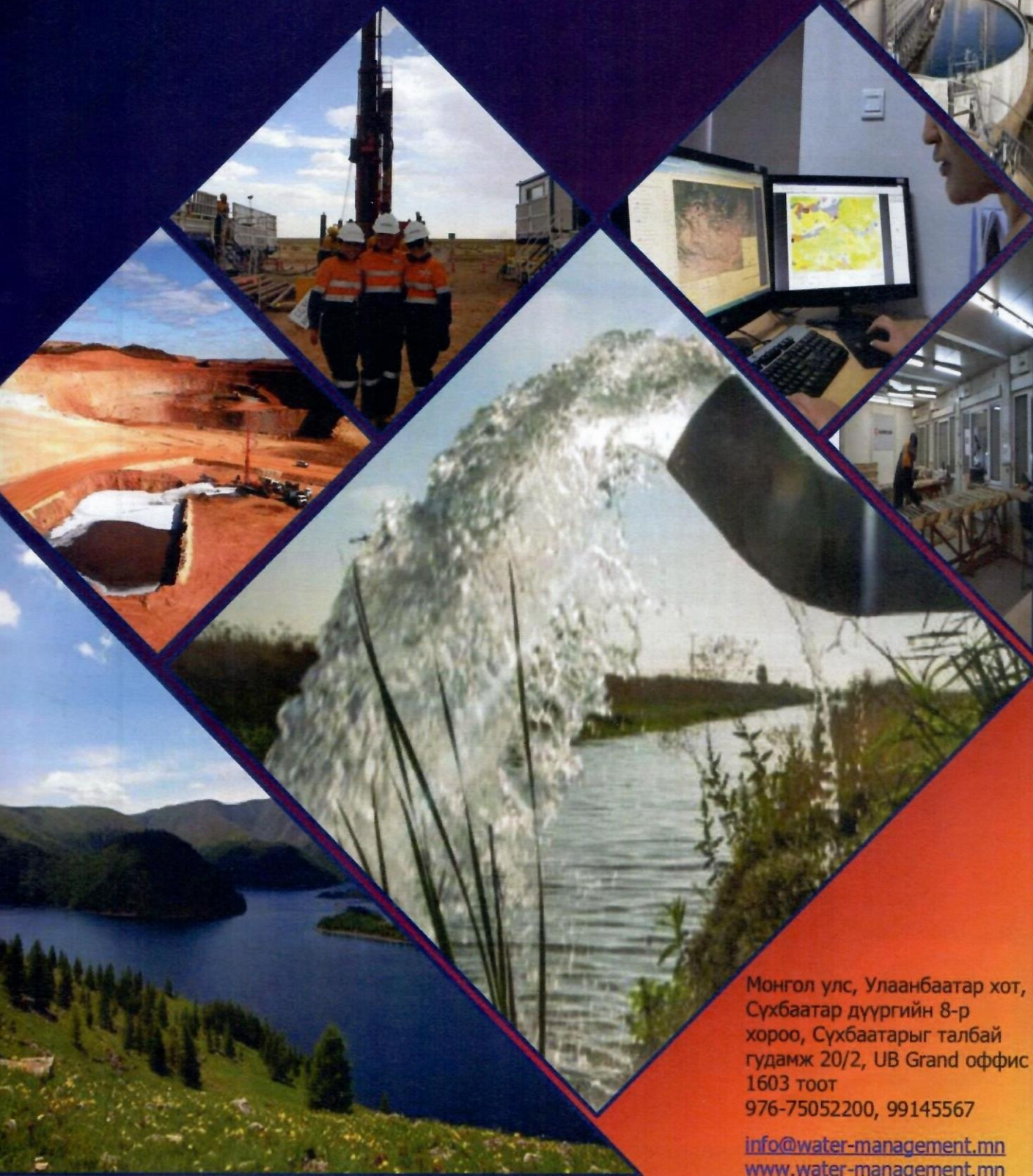
Хаяг: Улаанбаатар хот, Хан-Уул дүүрэг, 3 дугаар хороо, Үйлдвэрийн гудамж, Ривер хаус 20 дугаар байр, В-2 тоот өөрийн байр
Холбоо барих: **76118777, 99138777, 99262929**

Цахим шуудан: landtest@yahoo.com Цахим хуудас: www.landtest.net

WATER MANAGEMENT

УСНЫ ХАЙГУУЛ СУДАЛГАА, ХЯНАЛТ-ШИНЖИЛГЭЭ,
ГИДРОГЕОЛОГИЙН ЗӨВЛӨХ ҮЙЛЧИЛГЭЭ

"Бид харилцагч, үйлчлүүлэгчдийнхээ хэрэгцээ шаардлагад нийцсэн бодит шийдэлтэй, үр ашигтай, зардал хэмнэсэн үйлчилгээг чанарын өндөр түвшинд найдвартай гүйцэтгэхийг эрхэмлэдэг"



Монгол улс, Улаанбаатар хот,
Сүхбаатар дүүргийн 8-р
хороо, Сүхбаатарыг талбай
гудамж 20/2, UB Grand оффис
1603 тоот
976-75052200, 99145567

info@water-management.mn
www.water-management.mn



МОНГОЛЫН ГИДРОГЕОЛОГИЧДЫН ХОЛБОО

Танилцуулга

Нийгмийн үйл ажиллагаа

- ❖ Усны газар, ШУТИС-ийн Геологи, Уул уурхайн сургууль, Монголын гидрогеологичдын холбоо, Галба-Феш Долоодын говийн сав газрын захиргаа, Оюу толгойн компани хамтарсан "Гүнзгэсэ хайрдал" усны ург хугацааны аян эхлүүдсэн байна.
- ❖ А.....1 хүрээнд Монголын гидрогеологичдын холбооноос голын дагуу газрын доорх усны эх үүсвэрийн бүсийн рөлгээний ажлыг "ЦЭВЭР УС-ЭРҮҮЛ БИЕ" уриан дор оны 10-дугаар сарын 22-ны өдөр зохион байгуулаа.



т оролцогчидод Монголын гидрогеологичдын холбооны гүйцэтгэх захирал, ШУТИС-н Геологи, Уул уурхайн сургуулийн профессор И.Буяахишиг "Толын хөндийн уст давхарга" сэдвээр танилцуулга хийж голын хөндий дагуух хог хаягдлын хор хөнөөл, түүнийг дэвэрлэх ач холбогдлын талаар мэдээлэл өглөө.

Цэвэрлэгээг Баянзүрх гүүрний зүүн хэсэгт, Туул голын дагуух 18,9 га талбайд хийж гүйцэтгэсэн бөгөөд нийт 128 шуудай буюу 2,5тн хог хаягдлыг цуглуулсан байна.

❖ "Монголын гидрогеологичдын холбоо" -оос мэргэжлээ сурталчлах, түүгээр дэлгэрүүлэх зорилтын хүрээнд ерөнхий боловсролын сургуулийн суралгчдын дунд "Уса хайрдал" сэдвийн дор мэдлэгээ сорих, усаа хайрлах, хамгаалах ач холбогдлыг ойлуулах, усны тухай мэдлэгээ зургийн аргаар илэрхийлэх боломжинг олгох зорилгоор Гэр зургийн уралдан зарлаад бүтээлийг хүлээн авах үйл ажиллагаа явагдаж байна.

Судалгааны ажил

Хийж гүйцэтгэсэн ажлууд

- ❖ Монгол улсын нутаг дэвсгэрт явуулсан гидрогеологийн 1:200 000 хураангуйлалтай зураглалын ажил-2019, 2022, 2023 онууд
- ❖ Алтайн өвөр говийн сав газрын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө-2019
- ❖ Булган аймгийн Могод сумног нутагт орших Хульжийн халуун рашааны нөөцийг тогтоох ашиглалтын хайгуулын гидрогеологийн судалгааны ажил -2021 он
- ❖ Усны нөөц, усжуулалтын чанарын техник, эдийн засгийн үндэслэл /Увс/-2022



Гүйцэтгэж буй ажлууд

- ❖ Гидрогеологийн дунд масштабын зураглалын ажлыг өргөжүүлэх судалгааны ажил

- ❖ Монголын геологи хайгуул 2022 чуулга уулзалтад гидрогеологийн чиглэлээр илтгэл танилцуулаа. Үүнд:
 - Газрын доорх усны гэмтэмжийн тооцооны судалгааны ажлаар- Б.Хулан
 - Газрын доорх усныг ариусуулах сэдвээр -Ц.Алтангэрэл
- ❖ Олон улсын гидрогеологичдын холбооны хурал 2022 оны 9-р сарын 18-23-ны өдөрүүдэд Хятад улсын Ухайн хотод зохион байгуулагдсан бөгөөд холбооны гишүүдийн төлөөлөл өөрсдийн судалгааны ажлаа хэлэлцүүлэн оролцлоо.



Гишүүдэд үйлчлэх

- ❖ Монголын гидрогеологичдын гишүүдийн хурал 4-р сарын 7-ны өдөр болж, удирдах зөвлөлийн гишүүд, холбооны ерөнхийлөгчийг сонголоо.



- ❖ МГХНЗ, УУХҮЯ-тай хийсэн гэрээний дагуу Монголын гидрогеологичдын холбооноос 2022, 2023 онуудад мэргэшсэн мэргэжилтний сурталгыг амжилттай зохион байгуулж гидрогеологич инженерүүд хамрагдсаж мэргэжсэн мэргэжилтний гэрчилгээгээ гардан авч, ёс зүйн тангараг өргөлоо.



- ❖ 2022 оны 01 дүгээр сарын 17-ны өдөр Монголын геологийн холбоодын нэгдсэн зөвлөл (МГХНЗ)-ийн дарга Я.Бат-Ирээдүй Нэгдсэн зөвлөлийн даргын 014 /21, 016/ 21 тоот тушаалуудын дагуу анх удаа Зөвлөх мэргэжилтний эрх нь хугацаагүйгээр сунгагдаж байгаа 13 Зөвлөх мэргэжилтнийг хүлээн авч уулзан Батламжийг нь гардуулан өглөө.

- ❖ Монгол улсад Үлдэсний геологийн алба байгуулагдсаны 83 жилийн ой, Монголын геологичдын өдөрт зориулсан Спортын шилжин явах цомын Монголын гидрогеологичдын холбоо оролцлоо.



МОНГОЛ-ФРАНЦЫН ХАМТАРСАН “БАДРАХ ЭНЕРЖИ” ХХК

Монгол-Францын хамтарсан “Бадрах Энержи” ХХК нь Дорноговь аймгийн нутаг дахь дэлхийн хэмжээний Зөөвч-Овоо ураны ордыг ашиглах төдийгүй Монгол улсад уран олборлолтын салбарыг хөгжүүлэх зорилготой компани юм.

Хоёр улсын төрийн өмчит компанийн хамтарсан компани болохын хувьд “Бадрах Энержи” компани нь Монгол, Франц улсуудын хамтарсан төслийг хэрэгжүүлж байна.

2021-2022 оны Зөөвч-Овоо үйлдвэрлэлийн туршилт

“Бадрах Энержи” ХХК нь Зөөвч-Овоо ордоос уран олборлох, боловсруулах үйлдвэрлэлийн туршилтыг 2021 оны 7 дугаар сараас 2022 оны 12 дугаар сарыг дуустал хугацаанд хийж гүйцэтгээд байна. Зөөвч-Овоо үйлдвэрлэлийн туршилтаар дараах зорилтуудыг тавьж ажилласан. Үүнд:

- ТЭЗҮ-д нэмэлт тодотгол оруулахад шаардлагатай өгөгдөл мэдээллийг авч, техник, эдийн засгийн үзүүлэлтийг баталгаажуулах,
- ГДУО арга байгаль орчинд маш бага нөлөөтэйг баталгаажуулах,
- Сум орон нутгийн иргэдийг үйлдвэрлэлийн туршилтын хяналтын үйл ажиллагаанд татан оролцуулснаар төслийг нийгэмд эерэгээр хүлээн авах явдлыг дэмжих явдал байв.

Зөөвч-Овоо үйлдвэрлэлийн туршилтыг **хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, байгаль орчны осол, аваргүй** хийж гүйцэтгэлээ.

Уран олборлож, боловсруулах техникийн бүх үйл явцыг (металл авалт, химийн бодисын зарцуулалт, агуулга г.м) туршсан ба үйлдвэрлэлийн туршилтын үр дүнд 10 гаруй тонн байгалийн ураныг амжилттай олборлож боловсруулаад байна.

Ийнхүү, ихэнхи нь орон нутгийн иргэдээс бүрдсэн туршилтын баг ГДУО технологийг аюулгүй ашиглаж, ажиллаж чадахаа амжилттай батлан харууллаа. Үйлдвэрлэлийн туршилт дээр ажилласан 52 ажилтнаас 2 нь гадаад мэргэжилтэн байсан бөгөөд нийт ажилтны 50 хувийг орон нутгийн залуучууд бүрдүүлж байв.

Төслийн явцын талаарх мэдээллийг орон нутгийн иргэд, малчдад тасралтгүй өгөв. Салбар салбарын 700 гаруй хүн (багш, оюутан сурагч, сэтгүүлч г.м.) үйлдвэрлэлийн туршилтын талбай дээр очиж, туршилтын явцтай танилцсан.

Манай хээрийн үйл ажиллагаатай танилцахыг хүсвэл, www.badrakenergy.mn веб хуудсаар дамжуулан “Бадрах Энержи” ХХК-тай холбоо барьж, хүсэлтээ гаргаарай.

Үйлдвэрлэлийн туршилтын хугацаанд **орон нутгийн удирдлагатай байгуулсан Хамтын ажиллагааны гэрээг амжилттай хэрэгжүүлж, гэрээний дагуух удирдлагын хороод идэвх санаачлагатай ажиллаж орон нутгийн хөгжлийн 22 төслийг нэг тэрбум орчим төгрөгөөр санхүүжүүлж, хэрэгжүүлсэн.**



Төслийн дараагийн үе шат

Зөөвч-Овоо ордын ТЭЗҮ-ийн нэмэлт тодотголыг 2023 онд багтаан холбогдох төрийн байгууллагад танилцуулж батлуулах зорилт тавин ажиллахын зэрэгцээ байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын үнэлгээг хийж гүйцэтгэхээр төлөвлөөд байна.

“Бадрах Энержи” ХХК-ийн дийлэнх хувьцаа эзэмшигч Орано компани гуч гаруй жил үргэлжлэх Зөөвч-Овоо төслийн ирээдүйг баталгаажуулах харилцан

ашигтай Хөрөнгө оруулалтын гэрээг Монгол улсын Засгийн газартай байгуулахаар ажиллаж байна.

“Бадрах Энержи” ХХК олон улсад шалгарсан туршлага бүхий стандартыг мөрдөж, байгаль орчин хамгаалал, хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл мэнд, орон нутгийн иргэдтэй хөгжүүлж ирсэн харилцан яриа, хамтын ажиллагааны хувьд шилдэг үзүүлэлттэй ажиллаж байгаадаа бахархаж байна.

ТЕРРА БЕНЕФИТ ХХК-ИЙН ТОВЧ ТАНИЛЦУУЛГА

Терра бенефит ХХК нь 2020 оны 4 сарын 17-ны өдөр байгуулагдан 2022 оноос геологи, гидрогеологи, инженер геологийн цогц судалгааг хийх, зөвлөгөө өгөх чиглэлээр ажиллаж байна. Терра бенефит ХХК нь Монгол улсын нутаг дэвсгэрт барихаар төлөвлөж буй бүх төрлийн барилга байгууламжийн геотехникийн болон гидрогеологийн иж бүрэн судалгаа шинжилгээ, геологи хайгуулын ба худгийн өрөмдлөг, барилгын материалын туршилт шинжилгээ, чанарын хяналт зэрэг ажлуудыг хийж гүйцэтгэдэг. Мөн томоохон уул уурхай /жишээ нь Оюу Толгой ХХК, Таван Толгой ХК/ болон Монгол улсын тэргүүлэх зэргийн компаниуд болох М Си Эс Кока-Кола ХХК, М Си Эс Интернейшнл ХХК, Бодь Интернейшнл ХХК зэрэг компаниудтай гидрогеологийн чиглэлээр зөвлөгөө, тооцооллийн чиглэлээр тогтмол хамтран ажиллаж байна. Манай хамт олон Монгол улсад мөрдөгдөж буй хууль журмын дагуу техникийн болон ажилтан ажилчдынхаа хөдөлмөрийн аюулгүй ажиллагааг хангаж, бизнесийн ёс зүй, шударга өрсөлдөөний зарчмыг удирдлага болон захиалагч та бүхэнд хамгийн сайн чанартай үйлчилгээг үзүүлэх болно.

Удирдлагын баг ба өрөмдөгчид, туслах ажилтнууд

Удирдлагын багт:

- Гидрогеологи, инженер геологич мэргэжилтэй, Шинжлэх ухааны доктор, проф Монгол улсын зөвлөх инженер Н.Батсүх
- Барилгын инженер мэргэжилтэй, Шинжлэх ухааны дэд доктор Монгол улсын зөвлөх инженер С.Нямдорж
- Инженер-геологич, Докторант Б.Энхбат
- Гидрогеологич, газрын доорх усны загварын мэргэжилтэн Л.Бархас



Өрөмдөгчид болон талбайн ахлах инженерүүд нь өрөмдлөгийн арвин туршлагатай бөгөөд ХАБЭА-н болон бусад холбогдох хууль, дүрэм журмын өргөн мэдлэгтэй мэргэжилтнүүд байдаг. Өрмийн туслах ажилтнууд нь тус салбартаа цаашид ажиллаж, өсөж дэвших эрмэлзэлтэй залуу үеийн ажилчдаас бүрддэг. Манай байгууллага туршлагатай инженерүүдийг залуу мэргэжилтнүүдтэй хамтран ажиллах, туршлагаа хуваалцах, зааж сургах боломжийг олгодог. Энэхүү арга барил нь өрмийн туслах ажилтнуудад аюулгүй ажиллагаа болон мэргэжлийн ур чадвараа дээшлүүлэхэд чухал нөлөөтэй бөгөөд салбартаа тэргүүлэгч боловсон хүчин болоход хүчтэй түлхэц болдог давуу талтай.



ДОРЖ ДРИЛЛИНГ ХХК

Бүх төрлийн
цахилгаан үүсгүүрийн
худалдаа



ТАНИЛЦУУЛГА

Гүний өрөмдлөгийн
бүх төрлийн машин механизм
тоног төхөөрөмж, багаж
хэрэгслийн худалдаа



- * ЦООНОГ ӨРӨМДӨЖ, ТОНОГЛОХ
- * ГЕОЛОГИ ХАЙГУУЛЫН ӨРӨМДЛӨГ
- * СУДАЛГААНЫ АЖИЛ
- * УСНЫ ЭРЭЛ ХАЙГУУЛ





Холбоо барих: Х.Цэвэлдорж, 99067939, tsevelee_3406@yahoo.com



ТАШИРЫН ХҮРЭЭ
ХХК



ТАНИЛЦУУЛГА

-  Усны эрэл, хайгуул, цооног тоноглох
-  Хайгуулын өрөмдлөг



ТАШИРЫН ХҮРЭЭ ХХК



БИДНИЙ ТУХАЙ

"Таширын хүрээ" ХХК нь 2010 оноос эхлэн өрөмдлөгийн цогц үйлчилгээ, судалгаа шинжилгээний ажлыг уул уурхай салбарт эрэл хайгуул, ашиглалтын үйл ажиллагаа явуулж буй аж ахуйн нэгжүүдэд үзүүлж байна.



ХАЙГУУЛЫН
ӨРӨМДЛӨГ



УСНЫ ЭРЭЛ
ХАЙГУУЛ



ЦООНОГ
ТОНОГЛОХ:







БИДНИЙ ЭЗЭРИГ

Харилцагч байгууллагуудынхаа хэрэгтэй шаардлагад нийцсэн өрөмдлөгийн үйлчилгээг санал болгодог.



DRILLING SERVICES

Манай хамт олон

-  300м хүртэл шууд угалгат эргэлтэ болон хийн цомилтог хосолсон аргаар өрөмдөнө
-  Гүний худаг гаргах, цооног сэргээн засварлах
-  Цооногийг шавхалт туршилтын ажилд тоноглож бэлтгэн эрлифт болон цахилгаан насосоор шавхалт туршилтын ажлыг хийж гүйцэтгэнэ
-  Түвшний бууралт сэргэлтийг автомат, мануур болон цахилгаан түвшин хэмжигчээр тогтмол хугацаанд хэмжинэ.
-  Цооногийн усны ундартыг халинагуурын болон ээлжүүний аргаар тодорхойлно
-  Хяналт мониторингийн цооног өрөмдөж тоноглож болно

ГАЗАР ДЭЛХИЙ ХХК-ИЙН ТОВЧ ТАНИЛЦУУЛГА



Тус компани 2005 онд байгуулагдсан бөгөөд Байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын нарийвчилсан үнэлгээ эрхлэх тусгай зөвшөөрөл болон Газрын мэргэжлийн байгууллагын эрхтэйгээр ажиллаж байна. Манай хамт олон 10 үндсэн ажилтан, 30 гаруй мэргэшсэн гэрээт экспертүүдээс бүрддэг ба доор дурдсан чиглэлүүдээр тогтвортой, найдвартай үйл ажиллагаагаа явуулдаг,

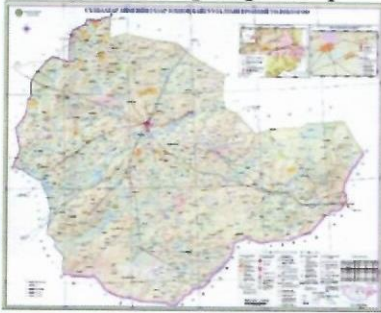
туршлагатай компаниудын нэг юм.

Үндсэн үйл ажиллагааны чиглэл:

- Байгаль орчны нөлөөллийн нарийвчилсан үнэлгээ;
- Газар зохион байгуулалтын төлөвлөлт;
- Газрын төлөв байдал чанарын хянан баталгаа;

Туршлага:

Газар дэлхий ХХК-ийн байгаль орчны салбарт ажилласан туршлагаас дурдвал, 100 гаруй төслийн байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын үнэлгээг гүйцэтгэж батлуулсан. Үүнээс уул уурхайн салбарын 25, хүнд үйлдвэрлэлийн 6, дэд бүтцийн салбарын 10 томоохон төслүүд байна.



2023 онд Сүхбаатар аймгийн газар зохион байгуулалтын төлөвлөгөө болон 9 сумын нутаг дэвсгэрийн хөгжлийн төлөвлөгөөг боловсруулан хүлээлгэн өгсөн. 2018 онд Монгол улсын газар зохион байгуулалтын ерөнхий төлөвлөгөөг боловсруулан Засгийн газраар батлуулсан. 2022 онд Нийслэлийн газар зохион байгуулалтын ерөнхий төлөвлөгөөг “Геоботаник” ХХК-тай хамтран боловсруулж батлуулсан.

Газрын төлөв байдал чанарын хянан баталгааны ажлыг уул уурхай, үйлдвэрлэл, газар тариалан, үйлчилгээний салбарын 120 гаруй төслийн эдэлбэр газарт хийсэн ба 2023 онд Газар

зохион байгуулалт, Геодези зураг зүйн газрын захиалгаар 2 аймгийн хэмжээнд газрын мониторингийн цэгийн хянан баталгаа, төлөв байдлын судалгааг хийж дуусгав.

2020 онд “Газар зохион байгуулалтын төлөвлөгөөний нэгдсэн мэдээллийн цахим систем”



боловсруулж, байгуулах ажлыг “Софт мастер” ХХК-тай хамтран гүйцэтгэж, хэрэглээнд амжилттай нэвтрүүлсэн нь газрын харилцаанд цахим хөгжлийг авчирсан томоохон дэвшил болсон.

Газар дэлхий ХХК нь байгаль орчин, газрын харилцааны салбарт олон жил тогтвортой, үр дүнтэй ажилласан туршлагатай компани бөгөөд зайнаас тандан судлалын аргыг ашиглах, дроноор агаарын зураглал хийх зэргээр

үйл ажиллагаандаа орчин үеийн дэвшилтэд технологи, ололтыг нэвтрүүлж, Монгол улсын ба олон улсын итгэмжлэгдсэн лабораториудтай хамтран ажиллаж ажлын үр дүн, чанарыг сайжруулахад анхааран ажиллаж байна.

Хаяг: Улаанбаатар хот, Чингэлтэй дүүрэг, 4-р хороо, Барилгачдын талбай, Занабазарын музейн зүүн талд, Хийморь хотхон 4/6 байр, 1 давхар

Web: gazardelkhii.mn Mail: info@gazardelkhii.mn

Утас: 70124424, 99909626, 95117915



ТОП ГЕОТЕХНИК ХХК

БАРИЛГЫН ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОТЕХНИК



Инженер техникийн ажилчид

Монгол Улсын Зөвлөх инженер
/инженер-геологич - 2/
Монгол Улсын Мэргэшсэн инженер
/инженер-геологич - 2/

Гидрогеологич - 2
Геозкологич - 2
Өрмийн мастер - 3

Инженер геологи, геотехникийн судалгаа

Бүс нутаг хот суурингийн хөгжлийн төсөл, ерөнхий төлөвлөгөөнд зориулсан инженер-геологийн том дунд масштабын зураглал судалгааны ажил.

Бүх төрлийн барилга байгууламжийн техникийн болон ажлын зургийн үе шатны инженер-геологи, геотехникийн судалгаа.

- Бүх төрлийн орон сууц.
- Иргэний барилга байгууламж.
- Бүх төрлийн үйлдвэрийн барилга байгууламж.
- Эрчим хүчний барилга байгууламжууд.
- Нефтийн барилга байгууламж.
- Шугаман барилга байгууламжууд.
- Авто болон төмөр зам, гүүр хоолой, газрын дээрх болон доорх ус, хий шингэн дамжуулах хоолой, хонгилууд, эрчим хүчний цахилгааны шугам сүлжээ, нислэгийн зурвас.

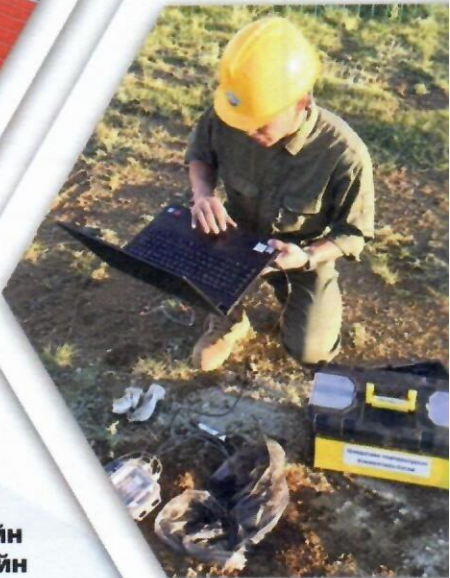
Гидротехникийн барилга байгууламжууд.

- Усан цахилгаан станц, усан сан, хөв цөөрөм, усны далан, суваг шуудуу, ус цуглуулах болон цэвэрлэх барилга байгууламжууд



Өрөмдлөг техникийн хүчин чадал:

Ул хөрсний байгалийн төлөв байдлыг алдагдуулахгүйгээр дээж авах зориулалттай хуурай, баганат, эргэлтэтээр 50м өрөмдөх хүчин чадалтай: УГБ-50м- Өрмийн машин- 2 Ш
УГБ-18С- Өрмийн машин- 1 Ш



Инженер геологийн судалгааны талбайн туршилтууд

- Цэвдэг ул хөрсний судалгаа температурын хэмжилт, нийлбэр чийг тодорхойлох
- Ул хөрсний нягтыг тодорхойлох туршилтууд / SPT, DPT, CPT /
- Ул хөрсний хэв гажилтыг барилгын талбайд штампын туршилтаар тодорхойлох / Plate Load test /
- Ул хөрсний нягтыг элсэн конусын аргаар тодорхойлох / Sand cone test /
- Ул хөрсний хувийн цахилгаан эсэргүүцэл талбайд болон лабораторид тодорхойлох

☎ 99049168, 99979579

📌 Топ Геотехник ХХК

✉ topgeotechnical@gmail.com



ИНЖЕНЕР-ГЕОЛОГИЙН “ТАВАН ҮНДЭС” ХХК



Захирал
Б.Батзаяа



Компанийн
зөвлөх
О.Балдорж,
ЗИ



Ерөнхий
инженер
Я.Элбэгзаяа,
МИ



Лабораторийн
эрхлэгч
Э.Удвал, МИ

МАНАЙ КОМПАНИЙ ЭРХЭМ ЗОРИОЛТ

“Судалгааны ажлыг мэргэжлийн өндөр чадамж, техник, технологийн дэвшлээр өөрийн болон олон улсын норм дүрэм, стандартын шаардлага хангасан чанарын баталгаатай гүйцэтгэхэд оршино”.

МАНАЙ КОМПАНИ 1998 оноос эхэлж хот, сум суурин газар, орон сууц, үйлдвэрэлийн цогцолборын төсөл, ерөнхий төлөвлөлт болон бүх төрлийн барилга байгууламжийн зураг төсөл боловсруулахад зориулсан

инженер-геологийн судалгааг гадаад дотоодын хөрөнгө оруулагчид, зураг төсөлчдийн захиалга даалгавараар мэргэжлийн өндөр түвшинд гүйцэтгэж судалгааны тайлан дүгнэлт боловсруулж байна.

Манай компани Инженер-геологийн хэсэг, Өрөмдлөг техникийн хэсэг, Хөрс судлал, геотехникийн лаборатори, Аж ахуй, санхүү гэсэн 4 нэгжтэй ажиллаж байна.

Манай компанид инженер-геологич, гидрогеологич инженер 4, геоэкологич инженер 3, үүнээс зөвлөх инженер 2, мэргэшсэн 2, зургийн инженер 1, өрмийн мастер 3 гэсэн мэргэжлийн бүрэлдэхүүнтэй байна.



Манай компани инженер-геологи, геотехникийн судалгааны зориулалттай, технологийн шаардлага хангасан 50-100м хүртэл гүн өрөмдөх хүчин чадалтай ПБУ-2, УГБ 1BC ба УГБ-001, DPP-100-4 маркийн өрмийн машинаар судалгааны ажил гүйцэтгэж байна.



Манай лаборатори зам, барилгын ул хөрсний физик механик шинж чанарын туршилт шинжилгээг өөрийн болон олон улсын ISO/IEC 17025:2005 (MNS ISO/IEC 17025:2007) стандартын дагуу гүйцэтгэдэг Итгэмжлэгдсэн лаборатори.



“ГИДРОГЕО” ХХК

**Барилгын инженер геологи,
гидрогеологи, гүний худаг , ашигт
малтмалын хайгуул судалгааны
мэргэжлийн байгууллага**



ГИДРО - ГЕО ХХК

Гидро-Гео ХХК нь 2003 онд байгуулагдсан бөгөөд үйл ажиллагаа нь хот суурингийн ерөнхий төлөвлөгөө, барилга байгууламж зам гүүр, шугаман байгууламжийн инженер-геологийн судалгаа хийх тусгай зөвшөөрөлтэй. 2008 оноос гидрогеологийн судалгаа хийх болон худаг гаргах тусгай зөвшөөрөл нэмж авсан. 2009 оноос ашигт малтмалын ерөмдлөгийн хайгуулын судалгааг тус тус хийж ирсэн. Тус компаний үүсгэн байгуулагч, Ерөнхий захирал П.Наранцэцэг нь 1980 онд гидрогеологич мэргэжилээр төгссөнөөс хойш геологийн салбарт тасралтгүй 35 жил ажиллаж байгаа. Монгол улсын зөвлөх инженер юм. Гидро-Гео ХХК нь байгуулагдсан цагаасаа хойш дараах чиглэлээр үйл ажиллагаагаа явуулж ирсэн. Үүнд:

- Улаанбаатар хот болон 22 аймагт инженер-геологийн судалгаа
- Гидрогеологийн судалгаа
- Хайгуулын ерөмдлөг, судалгаа

Нийт 3000 гаруй объектын инженер-геологи, гидрогеологийн судалгаа, хайгуулын ерөмдлөг, судалгааны ажлуудыг хийж гүйцэтгэжээ.

Хийсэн ажлуудын сүүлийн томоохноос дурьдвал:

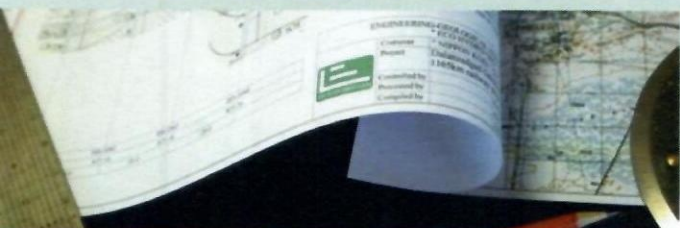
“Монгол Алт” ХХК-ний захиалгаар 33 давхар орон сууц, зочид буудал, оффисын зориулалттай барилгын ИГС.

“Монголын төмөр зам” ТӨХК захиалгаар Даланзадгад-Цойбалсан чиглэлийн 1135 км урттай төмөр зам трассын хээрийн ажил.

Архангай аймгийн ерөнхий төлөвлөгөөний судалгааны судалгааны ажил.

Сүхбаатар дүүргийн дахин төлөвлөлт
Хан-Уул дүүргийн дахин төлөвлөлт

Утас: 99154159, 99038767



"Эко Гидро Гео" ХХК нь 2004 онд 35/366 тоот улсын бүртгэлтэй байгуулагдсан. Барилгын инженер-геологи, геотехник, гидрогеологийн чиглэлээр судалгаа шинжилгээ явуулахаар ЗТ19-875/21 тоот тусгай зөвшөөрөлтэй ажиллаж байна. Тус компанид мэргэжлийн дадлага туршлагатай, энэ чиглэлээр 16-35 жил ажилласан инженер-техникийн ажилтануудтай. Үүнд: Монгол улсын зөвлөх инженер, шинжлэх ухааны магистр, тэргүүлэх инженер-геологич, ахлах геологич, техник-геологич, ермийн инженер, ермийн мастер гэх мэт. "Эко Гидро Гео" ХХК нь хөрс чулуулгийн байгалийн төлөв байдлыг эвдэхгүйгээр дээжлэлттэй өрөмддөг тоног төхөөрөмжөөр хээрийн судалгааны ажлыг гүйцэтгэж байна. Тус төхөөрөмж нь 109-219мм-ийн диаметртэй цооног 50.0м хүртэл гүнд өрөмдөх хүчин чадалтай.



Манай байгууллага нь өрөмддөг хийх зориулалтай ГАЗ-66, ЗИЛ-131 машин дээр суурилагдсан инженер-геологийн судалгаанд зориулсан 1BC-50M маркийн өрмийн машинаар хээрийн судалгааны ажлыг гүйцэтгэж байна. Тус төхөөрөмж нь 109-219мм-ийн диаметртэй цооног баганат эргэлтэт өрөмдлөгийн аргаар 50.0м хүртэл өрөмдөх хүчин чадалтай. Хээрийн туршилт болон өрөмдлөгийн судалгаагаар илэрсэн бүх төрлийн хөрсний дээжинд үндэсний MNS стандарт, олон улсын ASTM стандартуудын дагуу лабораторийн туршилт шинжилгээнүүдийг явуулна.



Монгол улсад мөрдөж буй үндэсний стандарт норм дүрэм, олон улсын ASTM стандартуудын дагуу өрөмдлөгийн судалгаагаар илэрсэн бүх төрлийн ул хөрсний дээжинд лабораторийн туршилт шинжилгээнүүдийг явуулна.



БИДНИЙ ТУХАЙ:

Манай компани нь 2003 оноос хойш барилгын инженер-геологийн судалгааны чиглэлээр олон улсын стандартад нийцсэн орчин үеийн дэвшилтэт техник технологи арга аргачлалыг нэвтрүүлэн одоог хүртэл тасралтгүй үйл ажиллагаа явуулж байгаа билээ

Бид MNS ISO/IEC 1702 (TL97) хорм, материалын

н Итгэмжлэгдсэн лабораторид

ЭРХЭМ ЗОРИЛГО:

Инженерийн барилга байгууламжийн буурь хөрсний судалгааг орчин үеийн дэвшилтэт техник технологийг ашиглан олон улсын стандартад нийцүүлэн байгаль орчинд ээлтэйгээр чанарын ондор түвшинд гүйцэтгэж захиалагчдадаа нийлүүлж, салбартаа тэргүүлэгч компани байна.

ХЭТИЙН ЗОРИЛТ:

Орчин үеийн шийдэл бүхий техник технологи, арга аргачлалыг салбартаа нэвтрүүлэн инженерийн барилга байгууламжийн буурь хөрсний судалгааг хаана ч хэзээ ч цогцоор нь гүйцэтгэж чанарын ондор түвшинд баталгаатайгаар захиалагчдадаа хүргэхэд оршино.

ҮЙЛ АЖИЛЛАГАА



ЗӨВЛӨХ ҮЙЛЧИЛГЭЭ

- * Байгаль орчны зөвлөх үйлчилгээ
- * Барилгын чанар аюулгүй байдлын үнэлгээ
- * Сансрын зургийн тайлал GIS мэдээллийн сан үүсгэх
- * Инженерийн байгууламжийн суурь далангийн дүүргэлтийн материалын шинжилгээ, хяналт

СУДАЛГААНЫ АЖИЛ

- * Инженер-геологийн судалгаа
- * Гидрогеологийн судалгаа
- * Геофизикийн судалгаа
- * Гүний худаг оромдлог
- * Хөрсний итгэмжлэгдсэн лаборатори
- * Хөдөлгөөнт хээрийн лаборатори
- * Барилга байгууламж, замын далангийн материалын хяналт



ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ЭЭЛЖИТ ХУРЛЫН ТУХАЙ

МОНГОЛ УЛСАД ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН ДЭЭД МЭРГЭЖИЛТЭЙ БОЛОВСОН ХҮЧИН БЭЛТГЭЖ ЭХЭЛСНИЙ 51 ЖИЛИЙН ОЙД ЗОРИУЛЖ “МОНГОЛ ОРНЫ ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН АСУУДЛУУД” ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХХХII ХУРЛЫГ 2024 ОНЫ 11-Р САРД ЗОХИОН БАЙГУУЛНА.

ЗОХИОН БАЙГУУЛАГЧ:

ШУТИС, ГУУС, ГЕОЛОГИ, ГИДРОГЕОЛОГИЙН САЛБАР

Хурлаар дараах чиглэлүүдээр асуудлыг хэлэлцэнэ. Үүнд:

- РЕГИОНАЛЬ СУДАЛГАА
- УСНЫ НӨӨЦИЙН МЕНЕЖМЕНТ
- СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ, ОНОВЧЛОЛ
- АМО-ЫН ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИ
- ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН ЗАГВАРЧЛАЛ
- САЛБАРЫН УДИРДЛАГА, ЗОХИОН БАЙГУУЛАЛТ, ЭРХ ЗҮЙ
- РАШААН, ТЕРМАЛЬ УСНЫ СУДАЛГАА
- ГАЗАР ДООРХ УСНЫ НАЙРЛАГА, ЧАНАР
- ТУХАЙЛСАН ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ
- ГРУНТ СУДЛАЛ БА ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ
- ГЕОЭКОЛОГИ

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ӨГҮҮЛЭЛ ИРҮҮЛЭХ ТУХАЙ

Эрдэм шинжилгээний хуралд ирүүлэх өгүүллийг *хэвлэлд тавигдах шаардлагын* дагуу бичиж ирүүлэхийг хүсье. Эрдэм шинжилгээний өгүүлэл “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” бүтээлийн **Дугаар 32-д** хэвлэгдэнэ.

Илтгэл тавих тухай хүсэлтийг дараах хугацаанд хүлээн авч байна. Илтгэлийг 2024 оны 10-р сарын дотор хэвлэлд бэлтгэсэн байдлаар авна.

Хурлын албан ёсны хэл монгол боловч орос, англи хэл дээр илтгэж болно. Илтгэлийг хэлэлцүүлэхдээ “PowerPoint” програмд зориулсан компьютерийн файл бэлтгэн ирнэ. Илтгэх хугацаа 8 минут, товч мэдээлэл 5 минутын хугацаатай байна

Ханан илтгэлийг А1 эсвэл А0 хэмжээгээр бэлтгэн үзүүлнэ.

Зохион байгуулах зөвлөл

Дарга: Доктор (Ph.D), дэд профессор Д.Оюун

Гишүүд: Доктор (Ph.D) Б.Сийлэгмаа
Магистр (MSc) А.Хандсүрэн

ХЭВЛЭЛД ТАВИГДАХ ШААРДЛАГА

Өгүүллийн бичих хэл: Монгол, Орос, Англи

Өгүүллийн хэлбэр, хэмжээ: Times New Roman фондоор бичнэ. А4 буюу 210х 297 мм хэмжээтэй цаасан дээр хуудасны урд ба ард талаас 3 см, дээд, доод талаас 2.5 см зайг үлдээж бичнэ. Хуудсыг дугаарлахгүй, “Header and Footer” командыг ашиглахгүй байхыг хүсье.

Өгүүллийг дараахь загвараар бичнэ.

ИЛТГЭЛИЙН НЭР (12 pt, **Bold**, **ТОМ ҮСГЭЭР**, мөр голлон)

(12 pt өндөртэй хоосон мөр)

Зохиогчдын нэрс (12 pt, **Bold**, мөр голлон)

(12 pt өндөртэй хоосон мөр)

Байгууллагын хаяг (12 pt, мөр голлон) (12 pt өндөртэй хоосон мөр)

Өгүүллийг бичихдээ **IMRAD** зарчмыг баримтлана.

I-Introduction – Оршил, **M-Method** – Арга, аргачлал, **R- Result** – Үр дүн, **A-And** – ба **D-Discussion** - Хэлэлцүүлэг. Өгүүллийн эхэнд хураангуйг бичих ба төгсгөлд нь талархал бичиж болно.

Өгүүллийг 12 pt үсгийн өндөртэйгээр бичнэ. Зүйл нь нэг мөр алгасч, догол мөр авалгүй эхлэх мөрүүд хоорондоо 1.0 sp зайтай байна. Мөрүүд нь баруун, зүүн талдаа зэрэгцэн бичигдэнэ.

Ашигласан ном, сэтгүүл (12 pt, **Bold**, зүүн талдаа зэрэгцэн)

Өгүүллийн төгсгөлд ишлэл татсан ном, зохиолын нэрсийг тавих ба илтгэлд иш татсан дарааллаар нь дугаарлана. Нэрсийг 12pt үсгийн өндөртэйгээр дараах хэлбэрээр бичнэ.

Алей.М., Лхамсүрэн.Д., Дорноговь аймгийн Хөвсгөл сумын төв орчмын гидрогеологийн нөхцөл, “Геологи” сэтгүүл, №31, 2015, хууд 89-96

Хаяг:

ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

Улаанбаатар 210646, ш/х-338

Харилцах утас: 315650, 88076960

И-мэйл: siileg_hydro@must.edu.mn